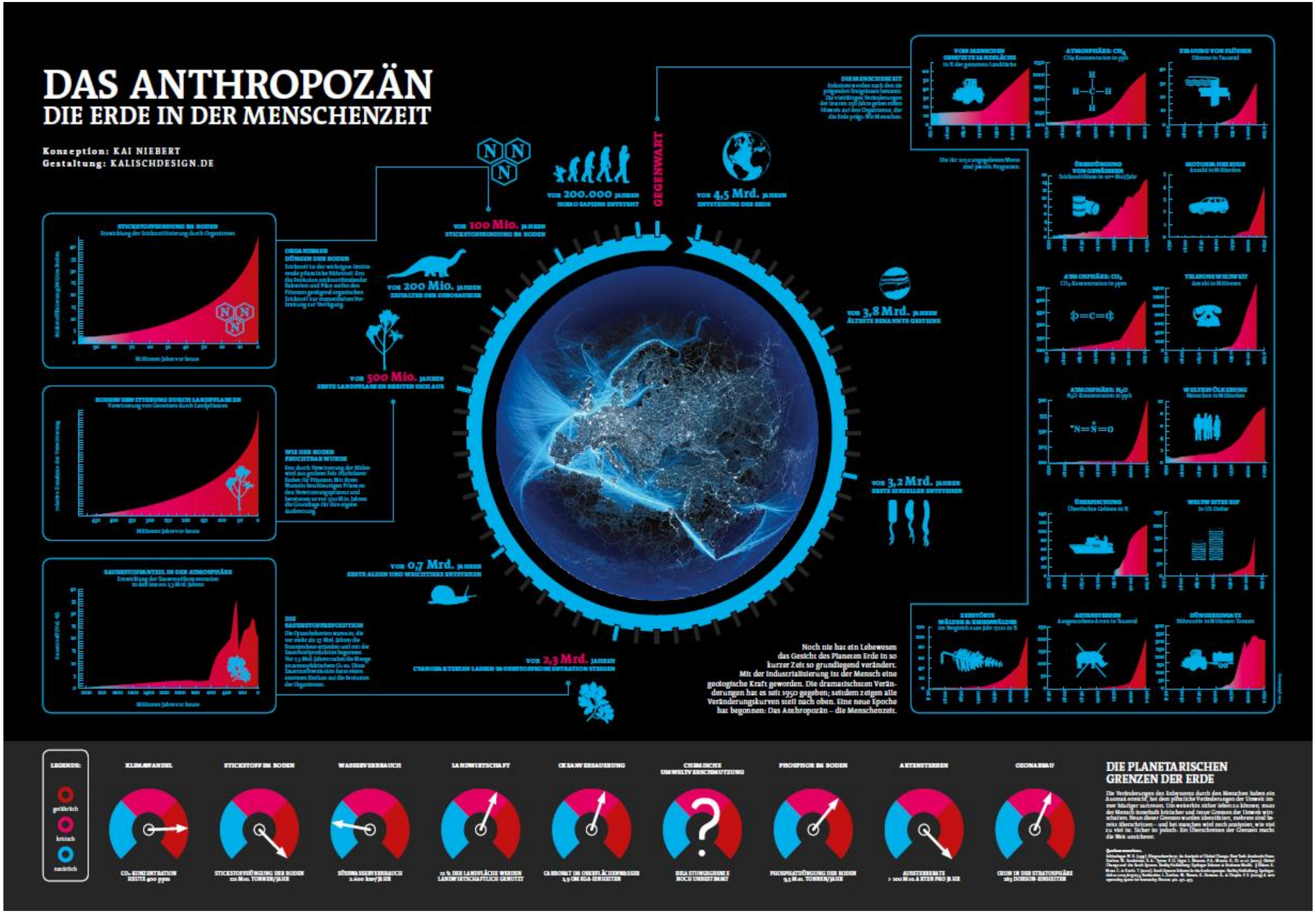
Das Kapitalozän

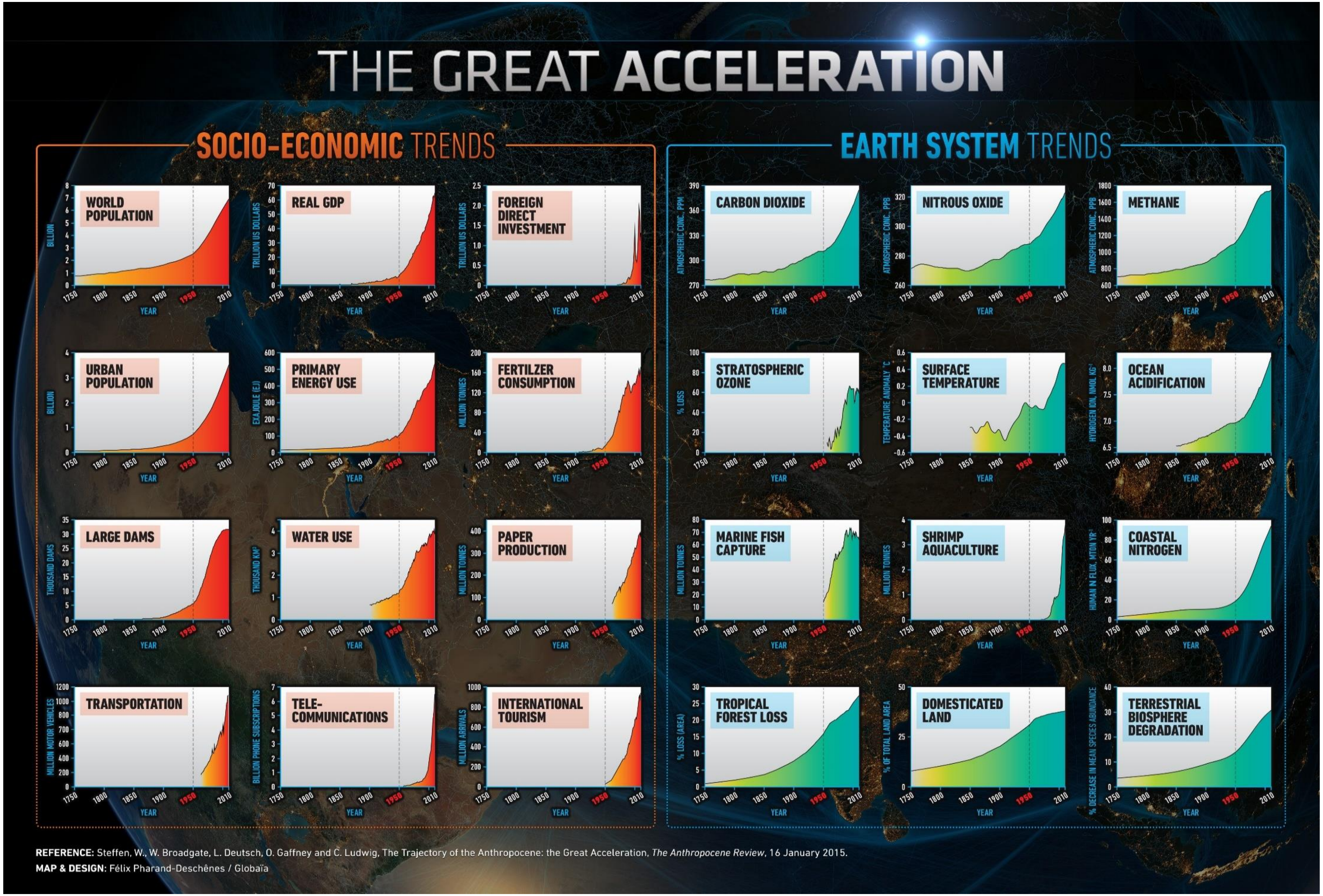
Das Erdzeitalter des Geldes

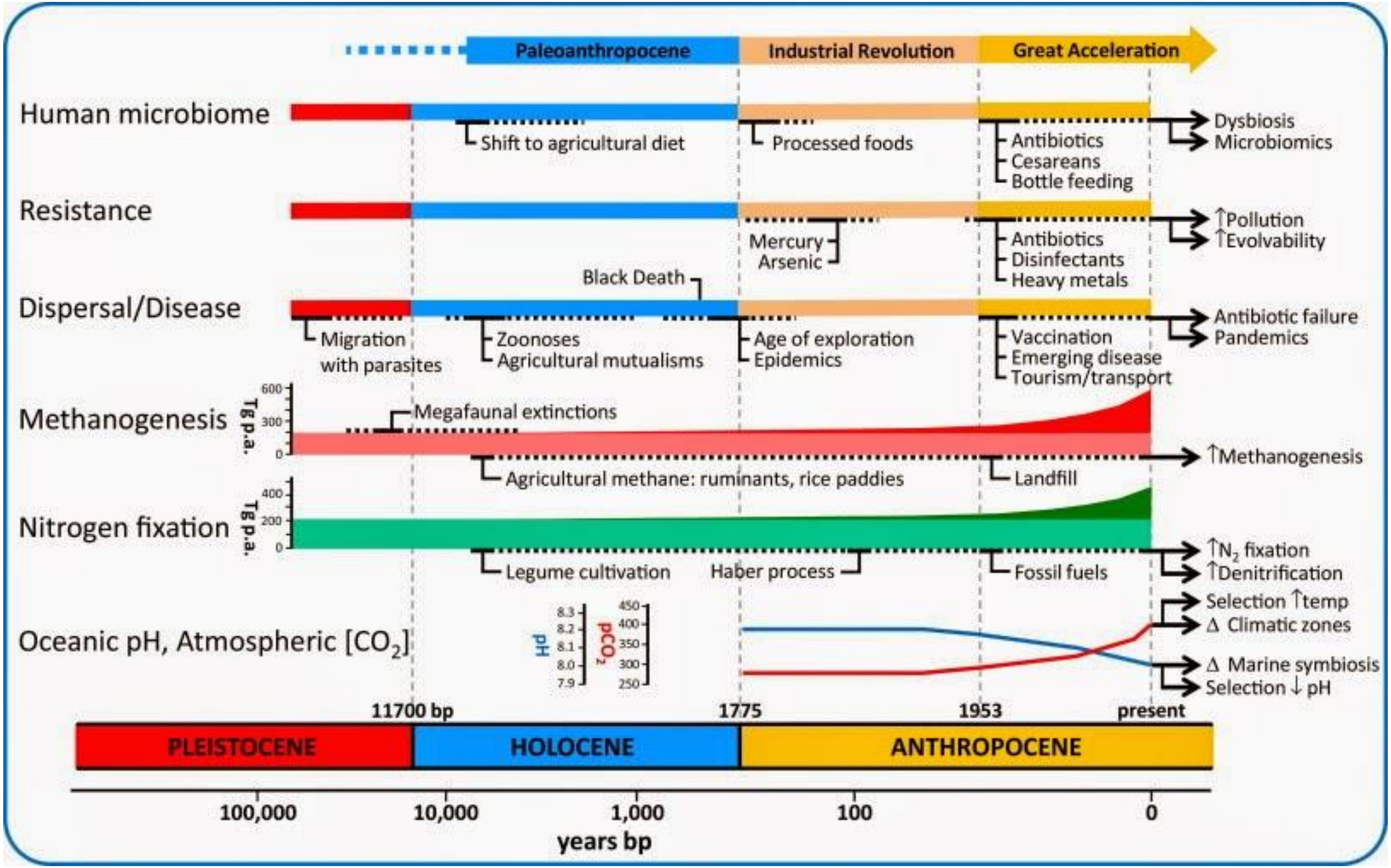
Prof. Dr. Harald Lesch

Bayrischer Klimarat

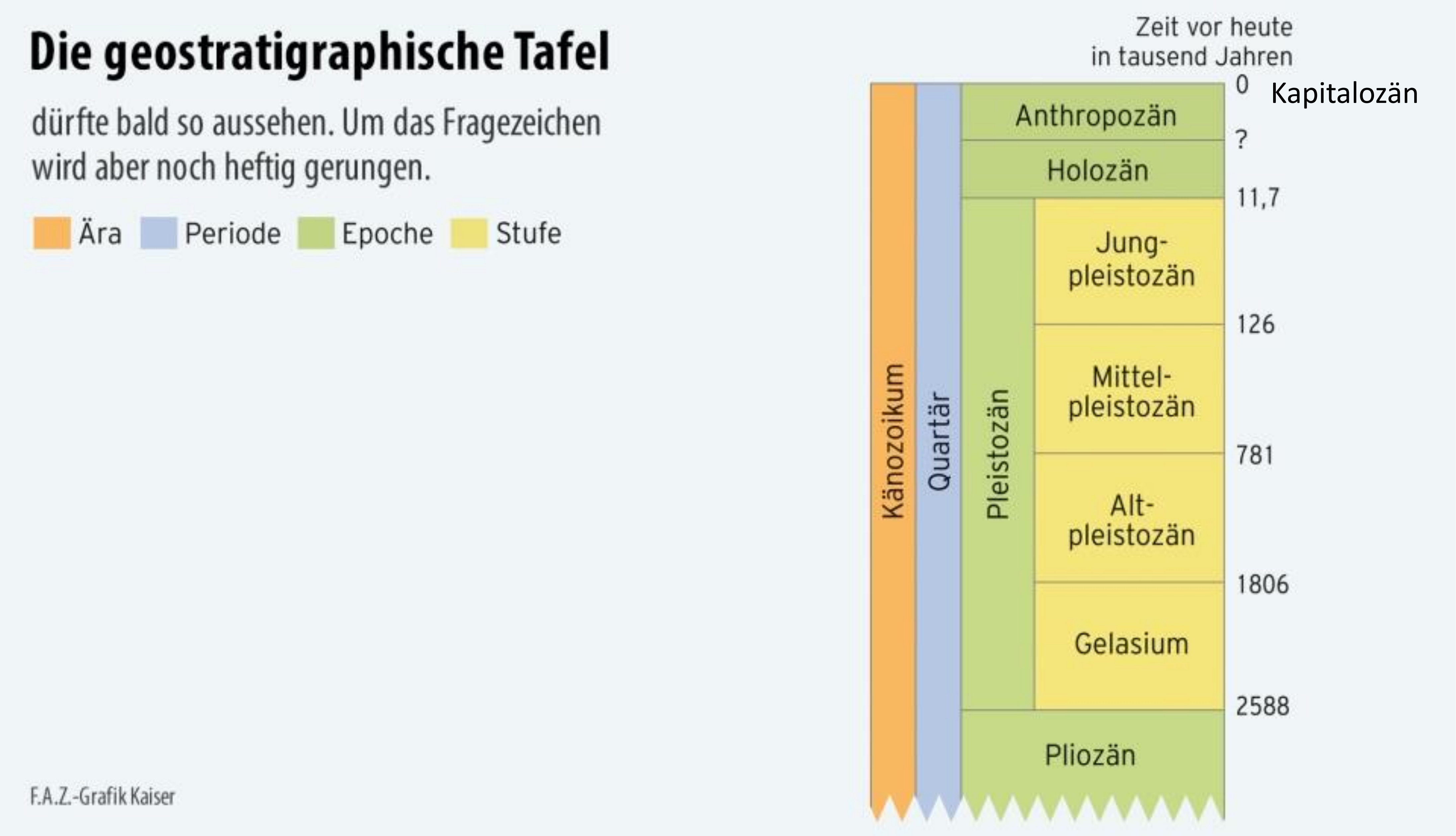
LMU München
&
Hochschule für Philosophie (SJ)


DAS ANTHROPOZÄN
DIE ERDE IN DER MENSCHENZEIT
Konzeption: KAI NIEBERT
Gestaltung: KALISCHDESIGN.DE
GEGENWART
VOR 200.000 JAHREN HOMO SAPIENS ENTSTEHT
VOR 4,5 Mrd. JAHREN ENTSTEHUNG DER ERDE
VOR 100 Mio. JAHREN STICKSTOFFBINDUNG IM BODEN
VOR 200 Mio. JAHREN ZEITALTER DER DINOSAURIER
VOR 3,8 Mrd. JAHREN ÄLTESTE BEKANNTE GESTEINE
VOR 500 Mio. JAHREN ERSTE LANDPFLANZEN BREITEN SICH AUS
VOR 3,2 Mrd. JAHREN ERSTE EINZELLER ENTSTEHEN
VOR 0,7 Mrd. JAHREN ERSTE ALGEN UND WEICHTIERE ENTSTEHEN
VOR 2,3 Mrd. JAHREN CYANOBAKTERIEN LASSEN SAUERSTOFFKONZENTRATION STEIGEN
Noch nie hat ein Lebewesen das Gesicht des Planeten Erde in so kurzer Zeit so grundlegend verändert. Mit der Industrialisierung ist der Mensch eine geologische Kraft geworden. Die dramatischsten Veränderungen hat es seit 1950 gegeben; seitdem zeigen alle Veränderungskurven steil nach oben. Eine neue Epoche hat begonnen: Das Anthropozän – die Menschenzeit.
LEGENDE:
gefährlich
kritisch
unkritisch
KLIMAWANDEL
STICKSTOFF IM BODEN
WASSERVERBRAUCH
LANDWIRTSCHAFT
OZEANVERSAUERUNG
CHEMISCHE UMWELTVERSCHMUTZUNG
PHOSPHOR IM BODEN
ARTENSTERBEN
OZONABBAU
DIE PLANETARISCHEN GRENZEN DER ERDE
Die Veränderungen des Erdsystems durch den Menschen haben ein Ausmaß erreicht, bei dem plötzliche Veränderungen der Umwelt immer häufiger auftreten. Um weiterhin sicher leben zu können, muss der Mensch innerhalb kritischer und fester Grenzen der Umwelt wirtschaften. Neun dieser Grenzen wurden identifiziert, mehrere sind bereits überschritten – und bei manchen wird noch analysiert, wie viel zu viel ist. Sicher ist jedoch: Ein Überschreiten der Grenzen macht die Welt unsicherer.


THE GREAT ACCELERATION
SOCIO-ECONOMIC TRENDS
EARTH SYSTEM TRENDS
WORLD POPULATION
BILLION
REAL GDP
TRILLION US DOLLARS
FOREIGN DIRECT INVESTMENT
TRILLION US DOLLARS
URBAN POPULATION
BILLION
PRIMARY ENERGY USE
EXAJOULE (EJ)
FERTILZER CONSUMPTION
MILLION TONNES
LARGE DAMS
THOUSAND DAMS
WATER USE
THOUSAND KM³
PAPER PRODUCTION
MILLION TONNES
TRANSPORTATION
MILLION MOTOR VEHICLES
TELE-COMMUNICATIONS
BILLION PHONE SUBSCRIPTIONS
INTERNATIONAL TOURISM
MILLION ARRIVALS
CARBON DIOXIDE
ATMOSPHERIC CONC., PPM
NITROUS OXIDE
ATMOSPHERIC CONC., PPB
METHANE
ATMOSPHERIC CONC., PPB
STRATOSPHERIC OZONE
% LOSS
SURFACE TEMPERATURE
TEMPERATURE ANOMALY °C
OCEAN ACIDIFICATION
HYDROGEN ION, NMOL KG⁻¹
MARINE FISH CAPTURE
MILLION TONNES
SHRIMP AQUACULTURE
MILLION TONNES
COASTAL NITROGEN
HUMAN N FLUX, MTON YR⁻¹
TROPICAL FOREST LOSS
% LOSS (AREA)
DOMESTICATED LAND
% OF TOTAL LAND AREA
TERRESTRIAL BIOSPHERE DEGRADATION
% DECREASE IN MEAN SPECIES ABUNDANCE
YEAR
1750 1800 1850 1900 1950 2010
REFERENCE: Steffen, W., W. Broadgate, L. Deutsch, O. Gaffney and C. Ludwig, The Trajectory of the Anthropocene: the Great Acceleration, The Anthropocene Review, 16 January 2015.
MAP & DESIGN: Félix Pharand-Deschênes / Globaïa



Paleoanthropocene
Industrial Revolution
Great Acceleration
Human microbiome
Shift to agricultural diet
Processed foods
Antibiotics
Cesareans
Bottle feeding
Dysbiosis
Microbiomics
Resistance
Mercury
Arsenic
Antibiotics
Disinfectants
Heavy metals
↑Pollution
↑Evolvability
Black Death
Dispersal/Disease
Migration with parasites
Zoonoses
Agricultural mutualisms
Age of exploration
Epidemics
Vaccination
Emerging disease
Tourism/transport
Antibiotic failure
Pandemics
Methanogenesis
Tg p.a.
Megafaunal extinctions
Agricultural methane: ruminants, rice paddies
Landfill
↑Methanogenesis
Nitrogen fixation
Tg p.a.
Legume cultivation
Haber process
Fossil fuels
↑N_2 fixation
↑Denitrification
Oceanic pH, Atmospheric [CO_2]
pH
pCO_2
Selection ↑temp
Δ Climatic zones
Δ Marine symbiosis
Selection ↓ pH
11700 bp
1775
1953
present
PLEISTOCENE
HOLOCENE
ANTHROPOCENE
100,000
10,000
1,000
100
0
years bp



Die geostratigraphische Tafel
dürfte bald so aussehen. Um das Fragezeichen wird aber noch heftig gerungen.
Ära
Periode
Epoche
Stufe
Zeit vor heute in tausend Jahren
0
Kapitalozän
Anthropozän
?
Holozän
11,7
Jung-pleistozän
126
Mittel-pleistozän
781
Alt-pleistozän
1806
Gelasium
2588
Pliozän
Känozoikum
Quartär
Pleistozän
F.A.Z.-Grafik Kaiser



foto: picturedesk / janette hill

Der Inle-See in Myanmar ist Heimat und Anbaugebiet für 70.000 Menschen. Nahrungspflanzen werden auf "schwimmenden Feldern" kultiviert.



In Teichen aus arktischem Schmelzwasser haben Wissenschaftler große Mengen an Mikroplastik gefunden. Durch die Erderwärmung werden die im Meereis gebundenen Partikel wieder freigegeben.

oto: apa / stefan hendricks



oto: reuters / marcos brindicci

Im Nordwesten Argentiniens liegt eine der größten Goldminen der Erde. Beim Abbau durch das Bergbauunternehmen Barrick Gold kam es immer wieder zu massiven Umweltverschmutzungen.



foto: edward burtynsky, courtesy galerie springer, berlin / metivier gallery toronto

Der Braunkohletagebau Hambach steht wegen massiver Umweltzerstörungen in der Kritik. Es ist der größte Tagebau Deutschlands.



Lithiumgewinnungsanlage in der Atacamawüste in Chile. Unter den Becken befindet sich eine der weltweit größten Lagerstätten des Elements.

oto: edward burtynsky, courtesy galerie springer, berlin / metivier gallery toronto



foto: edward burtynsky, courtesy galerie springer, berlin / metivier gallery toronto

Der Phosphatabbau für die Kunstdüngerherstellung hat ganze Landstriche im US-Bundesstaat Florida verwüstet.



Wie viele kaputte Fahrräder passen auf ein Bild? Diese Aufnahme von einem Schrottplatz in Schanghai lässt keine seriöse Zählung zu.

oto: reuters / aly song



foto: ap / ian joughin

Der grönländische Eisschild ist nach der antarktischen Polkappe die größte ständig vereiste Fläche der Erde – er schmilzt in Rekordgeschwindigkeit.

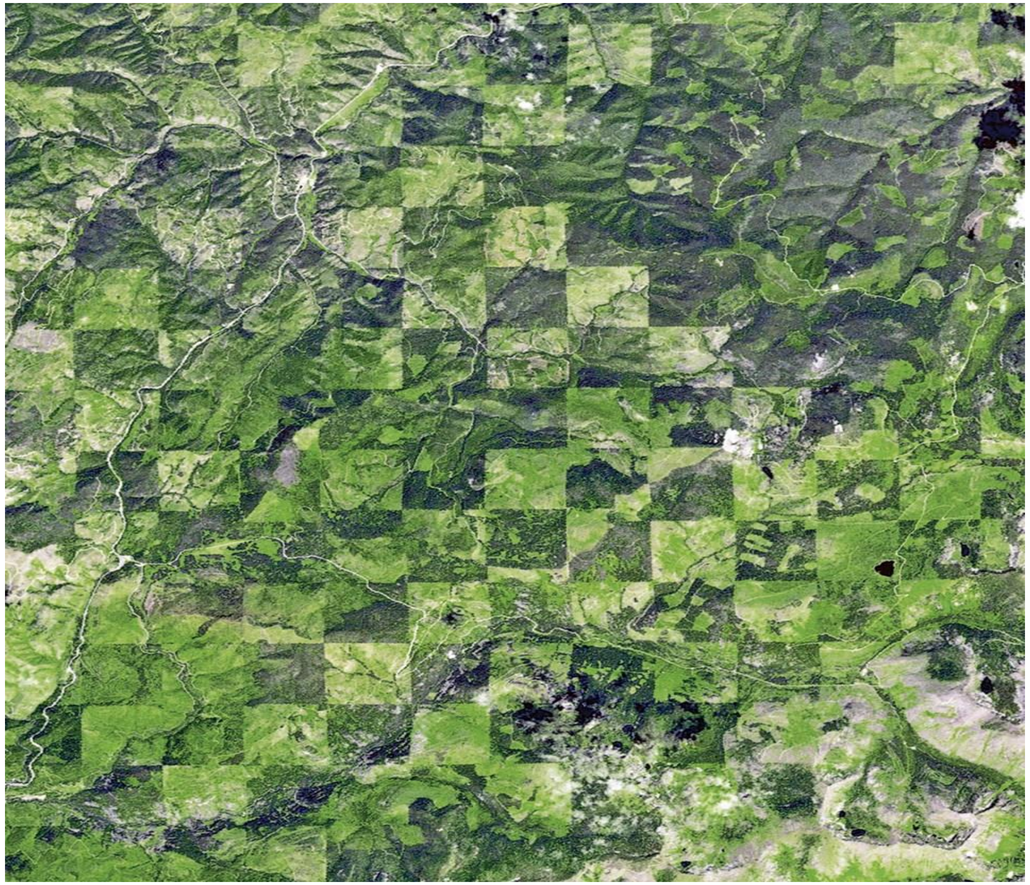


foto: picturedesk / science photo library / nasa

Schachbrett der Holzwirtschaft: Diese Satellitenaufnahme zeigt Waldgebiete im Nordwesten der USA, die zu unterschiedlichen Zeiten abgeholzt werden.



oto: edward burtynsky, courtesy galerie springer, berlin / metivier gallery toronto

Bildnis in Rohöl:
Diese Aufnahme aus
Nigeria zeigt eine
Ölpipeline, die von
Piraten illegal
angezapft wurde.
Einst stand hier ein
Mangrovenwald.



foto: picturedesk / eyevine / luwei xinhua

Ein Rapsfeld als Kunstobjekt in der südwestchinesischen Provinz Guizhou. In dieser von Landwirtschaft dominierten Region leben mehrere Millionen Menschen unter der Armutsgrenze.



foto: reuters / cheryl ravelo

Ein elfjähriger Bub sucht in einem zugemüllten Gewässer nahe Manila nach Wiederverwertbarem. Allein über Flüsse gelangen jährlich mehrere Millionen Tonnen Plastik in die Meere.


foto: edward burtynsky, courtesy galerie springer, berlin / metivier gallery toronto

Die Holzindustrie hat den uralten Wäldern im nigerianischen Bundesstaat Lagos bereits stark zugesetzt. Für die Anwohner ist das katastrophal.

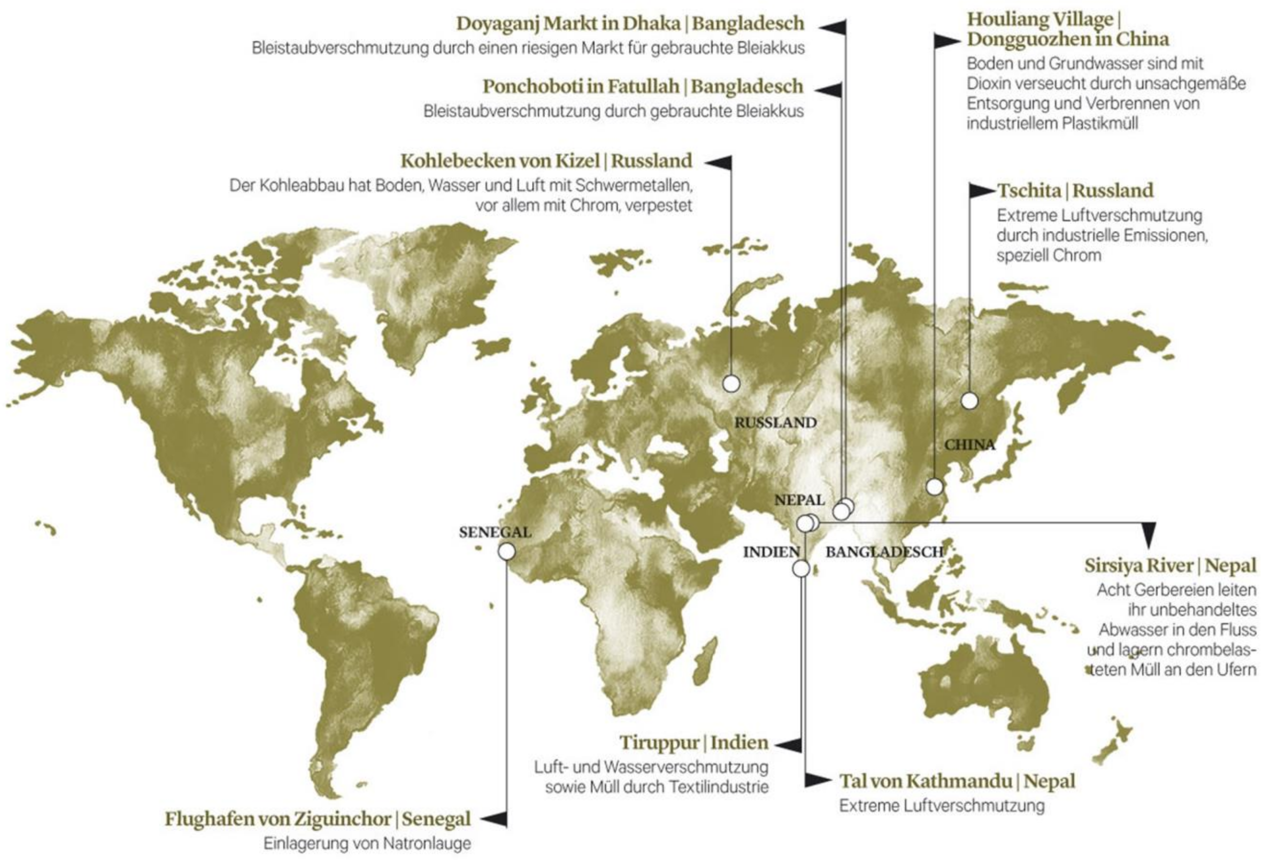


foto: noriko hayashi

Ein radioaktiver Mix aus Uran, Strontium und Cäsium vergiftet diesen Steinbruchsee im kirgisischen Mailuusuu.

Die verseuchtesten Orte der Welt

Diese Orte haben den Blacksmith-Index 10, deren Bevölkerung hat demnach das höchste Risiko, massive Gesundheitsschäden durch Umweltgifte davonzutragen.



Quelle: Toxic Sites Identification Program (TSIP) | Recherche: Karin Krichmayr | Grafik Fatih Aydogdu



foto: larry c. price

Hunderte Tonnen an Chromsulfat blieben von einer stillgelegten Fabrik in der Stadt Ranipet, Indien, zurück. -

Die giftigsten Schadstoffe

- **1 Chrom**
- Dieses Schwermetall weist in den verschiedenen chemischen Zuständen unterschiedliche Giftigkeitsgrade auf. Die giftigsten (sechswertige Chromverbindungen) werden industriell vielfältig eingesetzt und gelangen auf verschiedensten Wegen in die Umwelt. Traditionell wird Chrom zum Gerben von Leder verwendet. In vielen Entwicklungsländern, wo Leder produziert wird, werden dadurch Wasser und Lebensmittel verunreinigt. Chrom setzt sich im Flusssediment ab und wird bei jedem Hochwasser wieder aufgeschwemmt, wie Geister, die immer wiederkehren. Chrom ist krebserregend, erbgutverändernd und fortpflanzungsgefährdend.

Die giftigsten Schadstoffe

- **2. Blei**
- Blei wird als das weltweit verheerendste Umweltgift eingestuft – gemessen an der Zahl der gefährdeten bzw. bereits gesundheitlich beeinträchtigten Menschen. Wegen seiner Korrosionsbeständigkeit wird Blei in vielen industriellen Verfahren eingesetzt, es kommt somit in alltäglichen Produkten vor. Gebrauchte Autobatterien sind in armen Ländern, vornehmlich in Südostasien, Afrika und Südamerika, ein profitables Geschäft. Das Recycling von Akkus, um das begehrte Blei weiterzuverkaufen, führt die Top Ten der umweltschädlichsten Industrien an. Die Batterien werden meist auf brachiale Weise mit Äxten oder Hämmern zerbrochen, die metallischen Bestandteile ohne jeglichen Schutz geschmolzen, Abfall völlig unbehandelt entsorgt. Bleidampf und -staub setzen sich in Boden und Wasser ab oder werden direkt eingeatmet. Blei ist ein schweres Nervengift und kann zum Tod führen.

Die giftigsten Schadstoffe

- **3. POPs**
- Manche chemischen Verbindungen sind sehr langlebig. POPs (Persistant Organic Pollutants, langlebige organische Schadstoffe) können tausende Kilometer weit verfrachtet werden und sind selbst in entlegenen Orten in den Alpen oder an den Polen nachweisbar. Dazu gehören viele Pestizide, das sind organische Chemikalien oder Schwermetallverbindungen, die weltweit in den vergangenen 100 Jahren in der Landwirtschaft zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt wurden. Ein signifikanter Teil dieser Pestizide wurde jedoch ausgeschwemmt und gelangte ins Grundwasser. Zu den POPs gehört auch das im Vietnamkrieg eingesetzte dioxinhaltige "Entlaubungsmittel" Agent Orange, unter dessen Spätfolgen die vietnamesische Bevölkerung und Natur noch immer leidet.

Die giftigsten Schadstoffe

- **4. Quecksilber**
- Quecksilber wird in verschiedenen industriellen Verfahren benutzt, etwa um Gold und Silber aus Erz zu lösen. Zu Beginn der Kolonialzeit wurde Silber durch Schmelzen gewonnen, das Quecksilber verdampfte dabei. In Peru, wo die Spanier Silber und Quecksilber abbauten, ist der Boden eine Million Mal mehr belastet als nichtkontaminierter Boden. Viele Menschen dort wohnen immer noch in Lehmhütten, aus denen Quecksilberdampf entweicht." Doch auch heute werden laut Umweltgiftreport 2016 20 Prozent des weltweit produzierten Goldes in kleinen, informell betriebenen Minen gewonnen, in denen Quecksilber verwendet wird. Kohlekraftwerke stoßen ebenfalls Quecksilber aus. Es kann schwere neurologische Schäden verursachen.

Die giftigsten Schadstoffe

- **5 Radionuklide**
- Radionuklide kommen entweder natürlich im Boden und im Gestein vor (zum Beispiel in Form von Uran und Thorium) oder werden wie im Fall von Plutonium künstlich in Kernkraftwerken hergestellt. Beim Abbau von Uranerz landet ein Großteil radioaktiver Stoffe in Abraumhalden, weil das Erz auch andere radioaktive Bestandteile enthält, die nicht brauchbar sind. Die größten radioaktiven Müllhalden sind die Überreste der südafrikanischen Gold-, Uran- und Kohleminen, wo ebenfalls Uranerz als Abfallprodukt übrig blieb. In den Townships von Johannesburg lagern ganze Berge von radioaktive, Gestein, schätzungsweise 600.000 Tonnen. Zum Teil wurde es in Häusern und Straßen verbaut, das Grundwasser ist verseucht. Radionuklide verursachen Krankheiten chronischer Natur bis hin zu Krebs und genetischen Schäden.

Vernetzt!


Cities | Roads | Railways | Transmission Lines | Pipelines | Shipping Lanes | Submarine Cables | Flight Routes



Bezwungenes Meer: Die künstlichen Inseln des Durrat Al Bahrain, von der International Space Station aus gesehen.



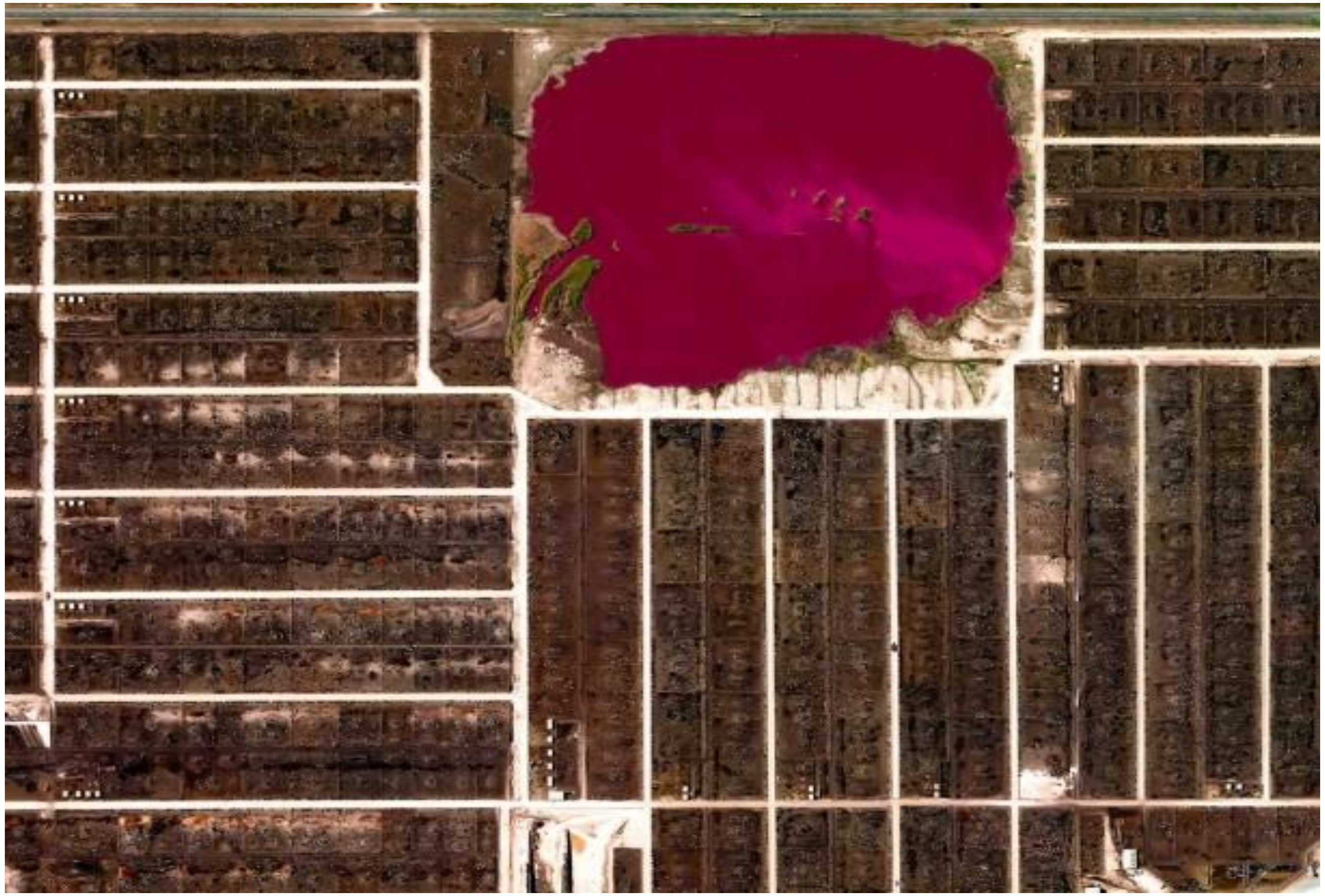
Bestelltes Land: Schon vor 5000 Jahren waren 20 Prozent Europas umgestaltet, wenn auch nicht wie hier als Tulpenfelder



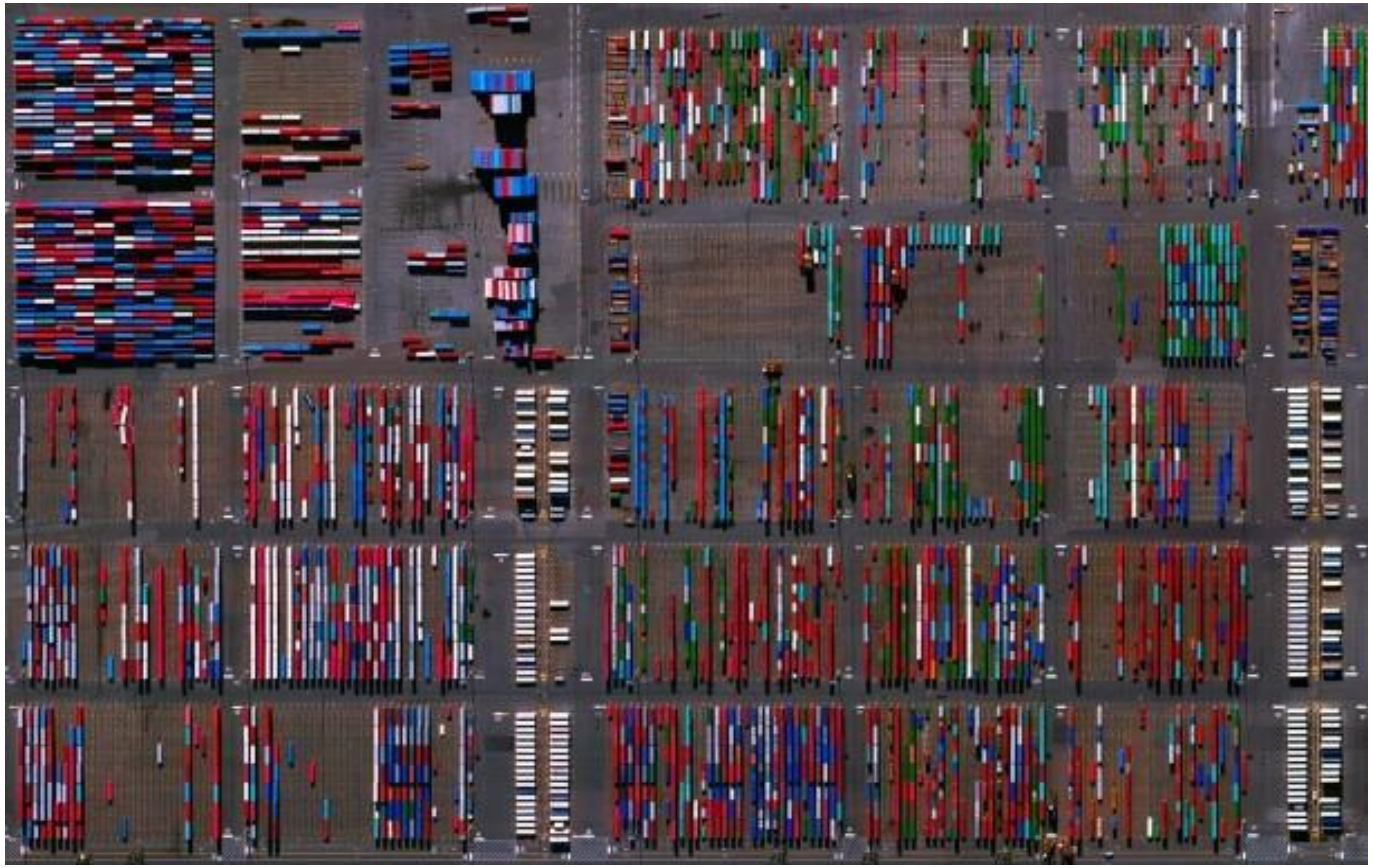
Versiegelte Böden: Ein ehemaliger Militärflugplatz, heute einer der größten Solarparks Frankreichs.



Zerschnittene Biotope: Ein Autobahnkreuz im deutschen Wald.



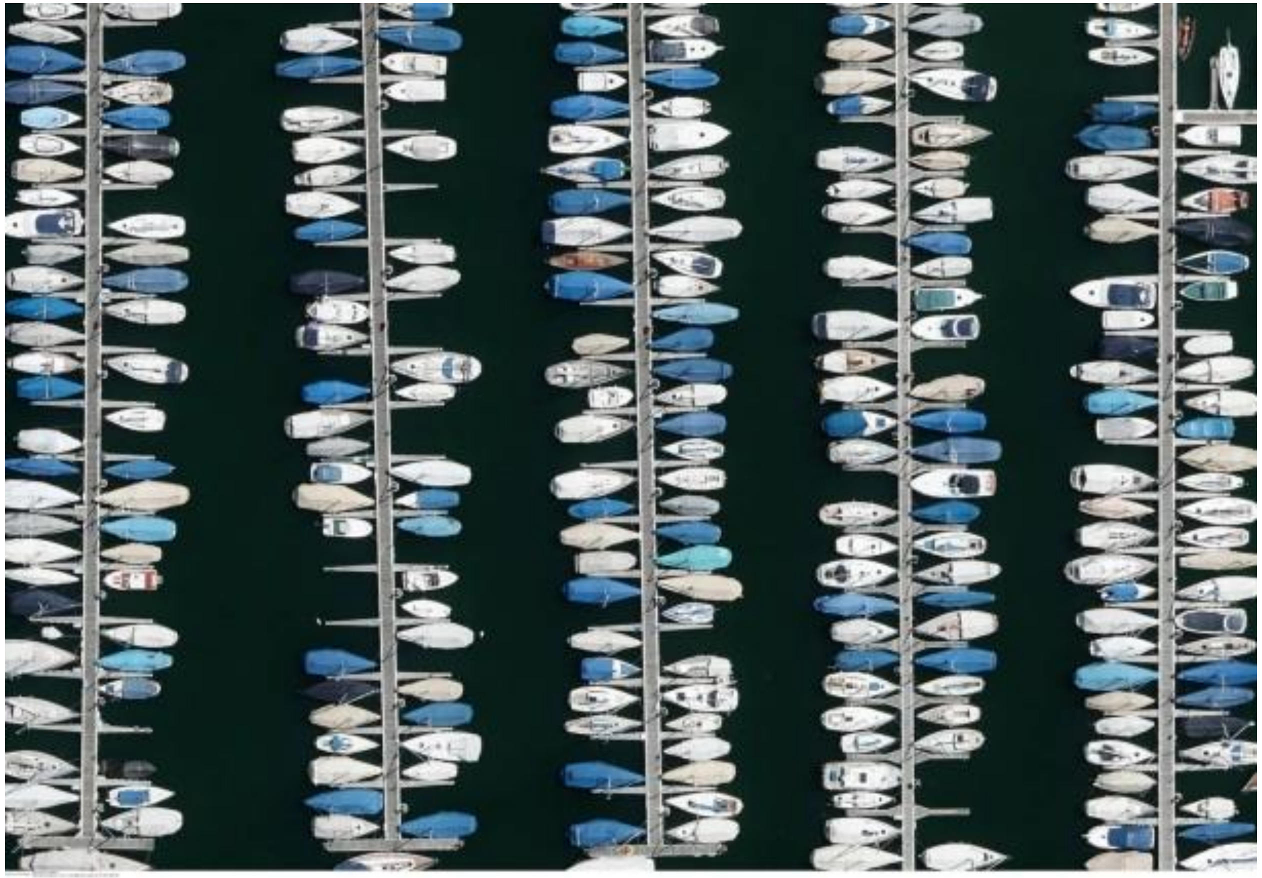
Methan:
Rinderhaltung mit
Jauchegrube in Texas.



Kohlendioxid: Containerhafen in New Jersey.



Plastik:
Gemüsefelder in
Andalusien.



Abwasser:
Ein Yachthafen am
Bodensee.

Neues Baumsterben in Mitteleuropa?

Die Baummortalität ist in den letzten 30 Jahren stark angestiegen

Waldsterben 2.0: Seit den 1980er Jahren ist das Baumsterben in Mitteleuropa nicht weniger geworden – im Gegenteil. In den letzten 30 Jahren haben sich die betroffenen Waldflächen sogar verdoppelt, wie nun eine Studie enthüllt. Statt durch sauren Regen und Schadstoffe wie beim Waldsterben der 1980er Jahre sterben heute jedoch immer mehr Bäume durch die Folgen des Klimawandels, Borkenkäfer oder Abholzung, wie die Forscher im Fachmagazin "Nature Communications" berichten.

Canopy mortality has doubled in Europe's temperate forests over the last three decades

•Cornelius Senf, et al.
Nature Communications **9**, 4978 (November 2018)

Neues Baumsterben in Mitteleuropa?

Die Baummortalität ist in den letzten 30 Jahren stark angestiegen

Waldsterben 2.0: Seit den 1980er Jahren ist das Baumsterben in Mitteleuropa nicht weniger geworden – im Gegenteil. In den letzten 30 Jahren haben sich die betroffenen Waldflächen sogar verdoppelt, wie nun eine Studie enthüllt. Statt durch sauren Regen und Schadstoffe wie beim Waldsterben der 1980er Jahre sterben heute jedoch immer mehr Bäume durch die Folgen des Klimawandels, Borkenkäfer oder Abholzung, wie die Forscher im Fachmagazin "Nature Communications" berichten.

Canopy mortality has doubled in Europe's temperate forests over the last three decades

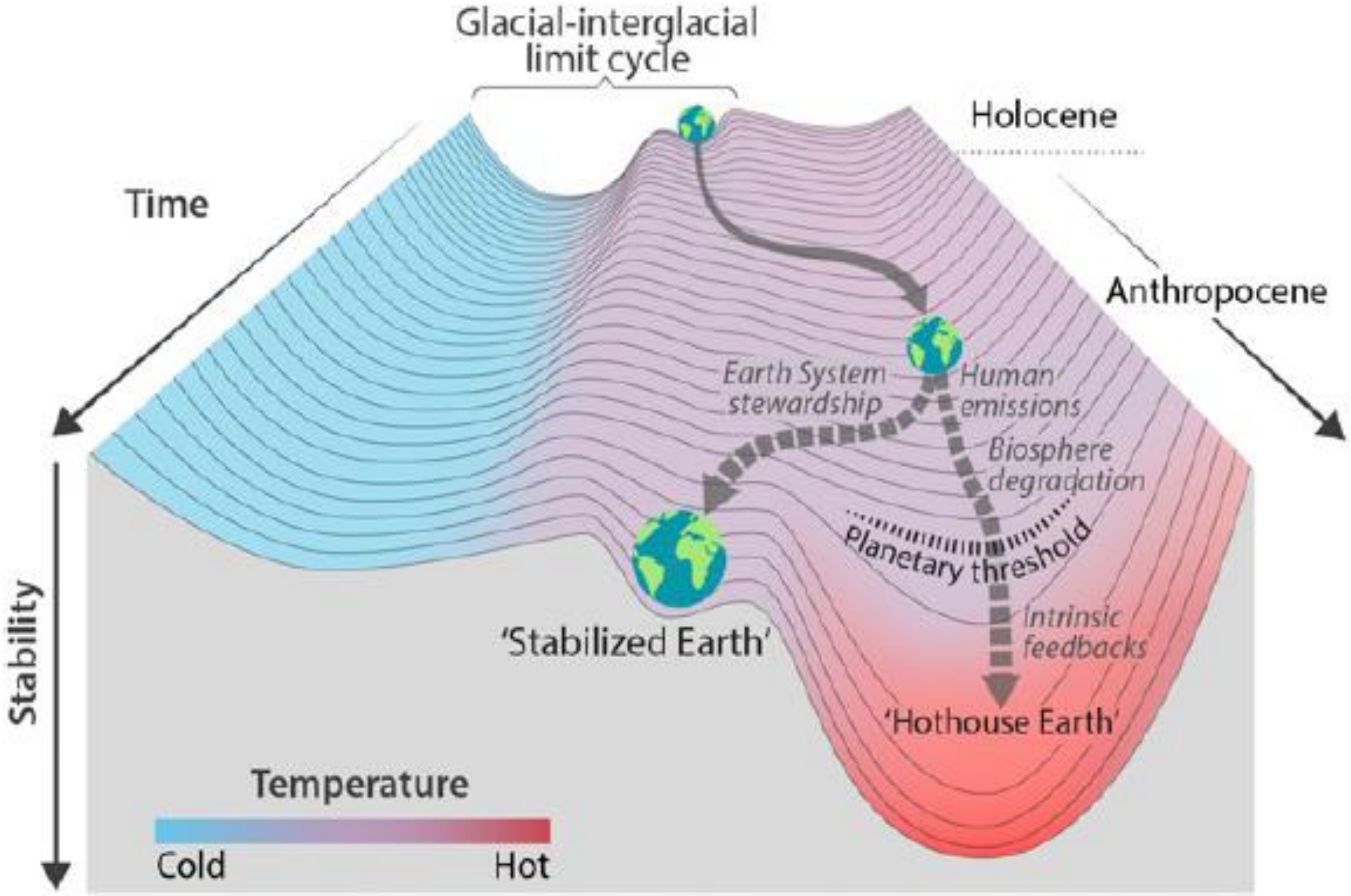
- Cornelius Senf, et al.

Nature Communications **9**, 4978 (November 2018)

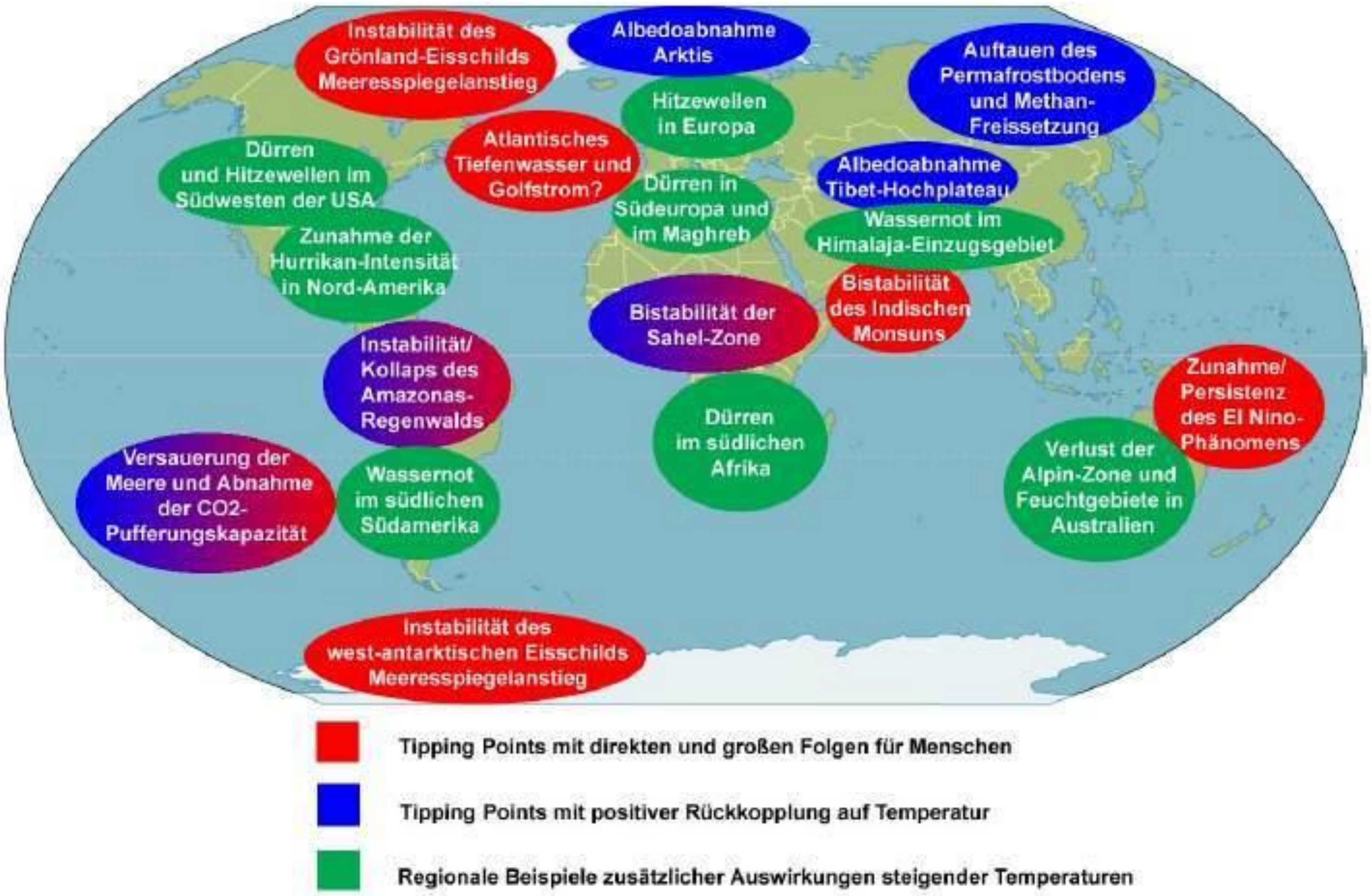
Trajectories of the Earth System in the Anthropocene

Will Steffen[a,b,1], Johan Rockström[a], Katherine Richardson[c], Timothy M. Lenton[d], Carl Folke[a,e], Diana Liverman[f], Colin P. Summerhayes[g], Anthony D. Barnosky[h], Sarah E. Cornell[a], Michel Crucifix[i,j], Jonathan F. Donges[a,k], Ingo Fetzer[a], Steven J. Lade[a,b], Marten Scheffer[l], Ricarda Winkelmann[k,m], and Hans Joachim Schellnhuber[a,k,m,1]

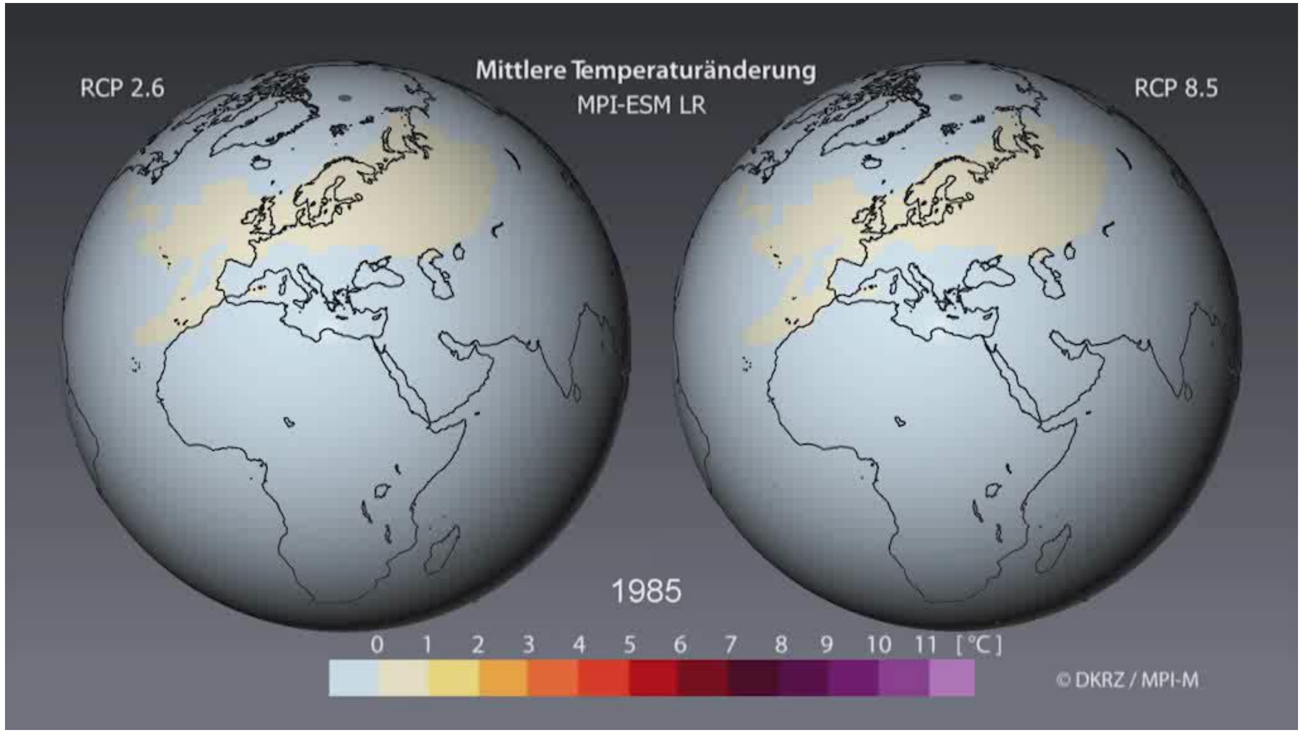
Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved July 6, 2018 (received for review June 19, 2018)



Gefährliche Kipppunkte durch die Globale Erwärmung



Temperaturprognose 1985 - 2100



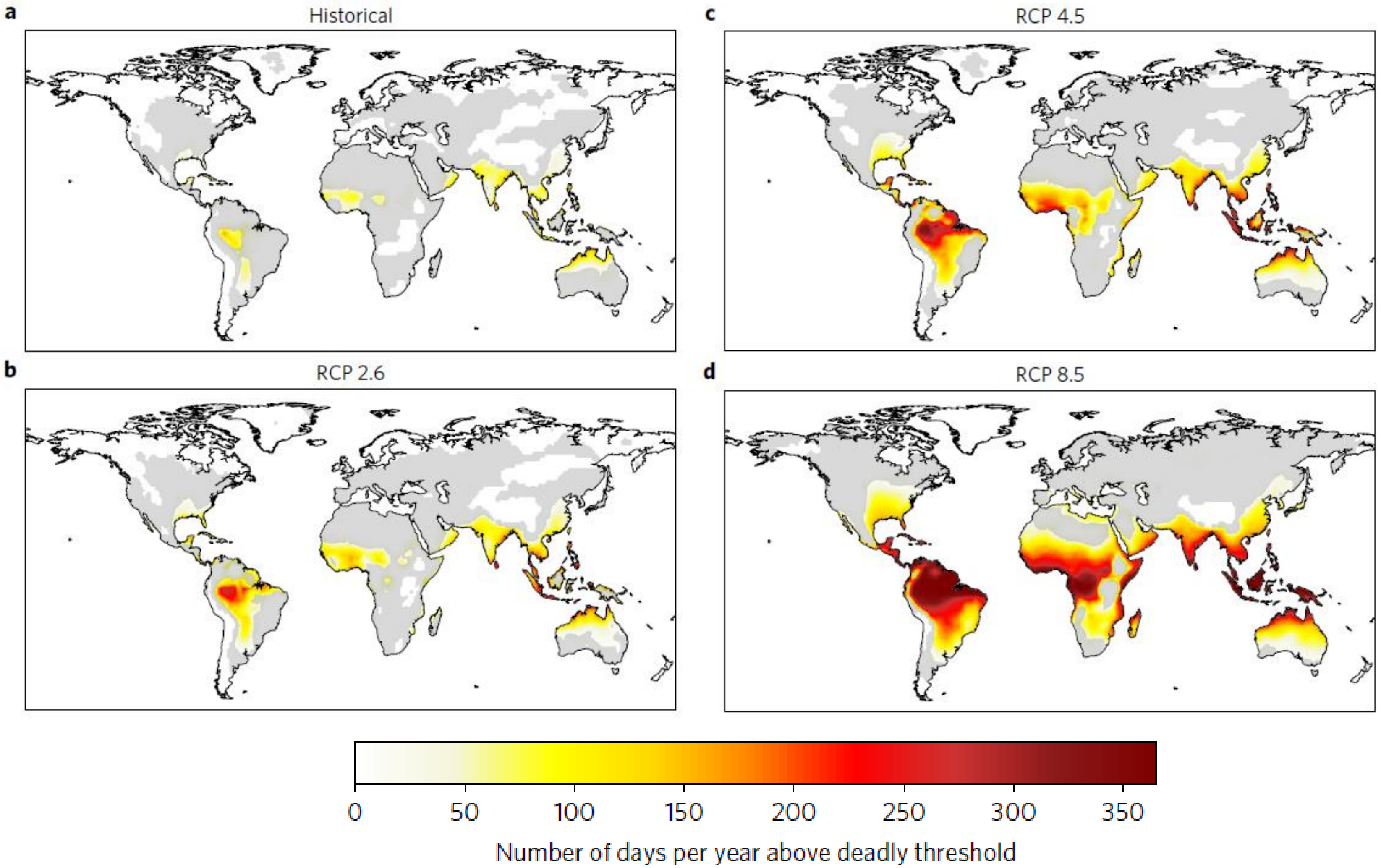
Quelle: DKRZ/MPI-M; Prof. Dr. M. Latif, Februar 2015.

GEOMAR

ozean der zukunft
DIE KIELER MEERESWISSENSCHAFTEN

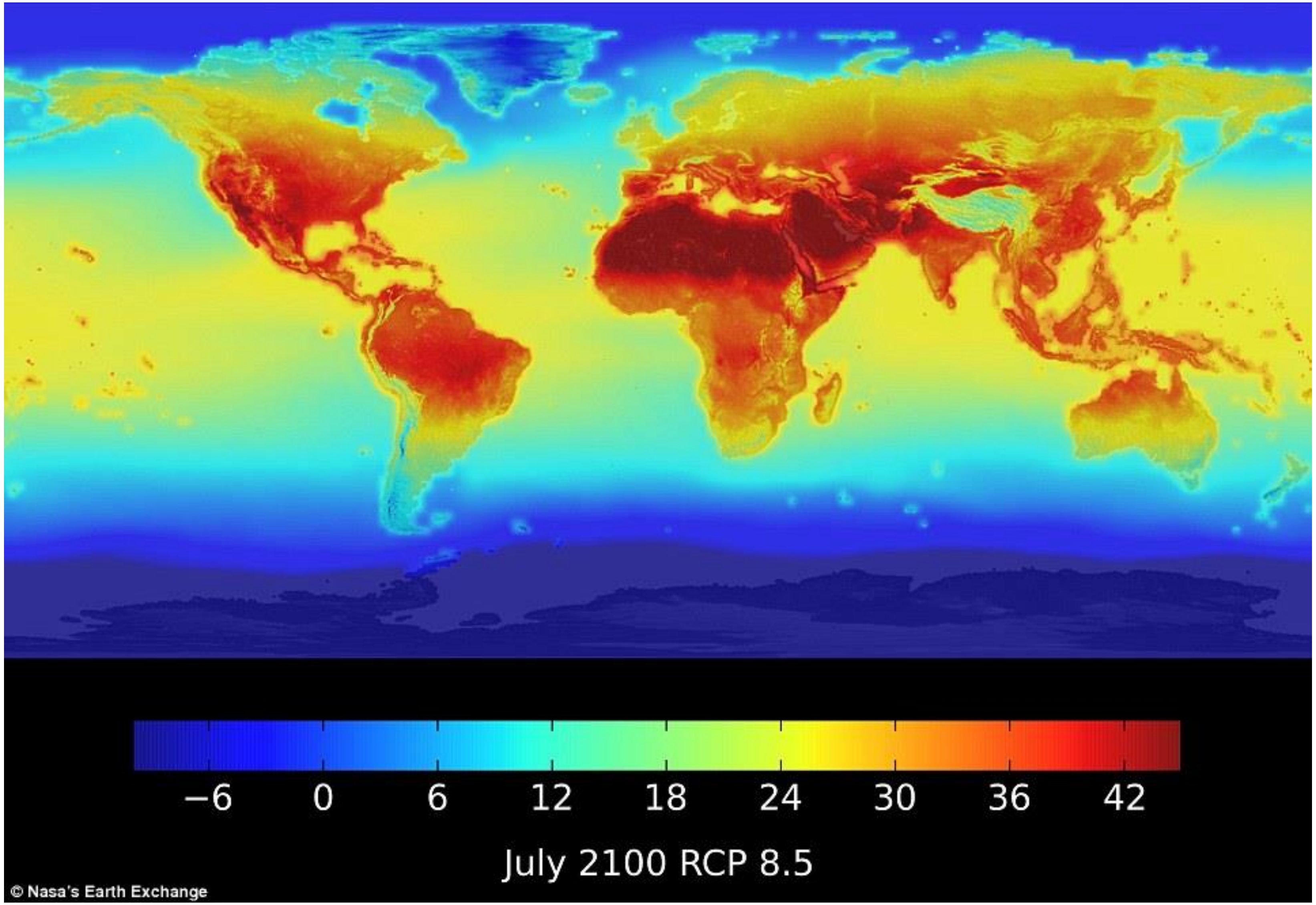
Klimawandel und Hitzerisiko:
Die Grenzen menschlicher Wärmeregulierung

Geographische Verteilung tödlicher Klimazustände unter verschiedenen Emissionsszenarien



Mora et al., 2017, Nature Climate Change

Kann das globale Klima stabilisiert werden, bevor der unkontrollierbare Wandel Bedingungen schafft, die für die menschliche Zivilisation zu heiß und für die meisten Arten tödlich sind?



Summer maximum temperatures for a global temperature increase of 2.7°C by 2100 from 1850, which will be 4.7°C after 2100

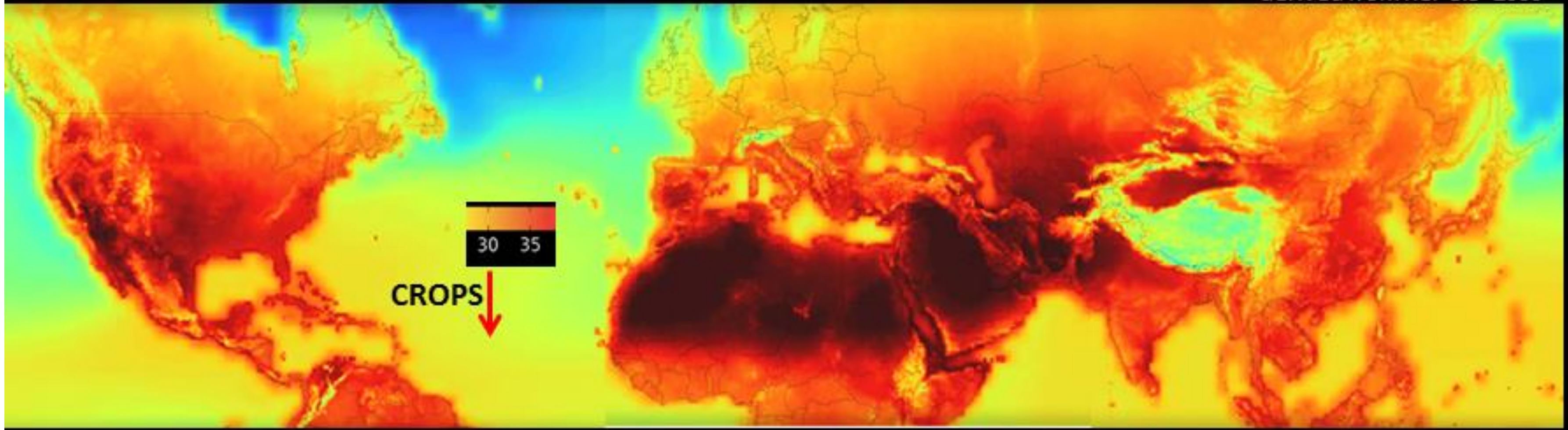
Surface warming from 1850
Daily maximum projected summer temperatures

NASA NEX

30 Oct 2015 The UN estimates that combined national emissions proposals lead to a temperature increase by 2100 of 2.7°C

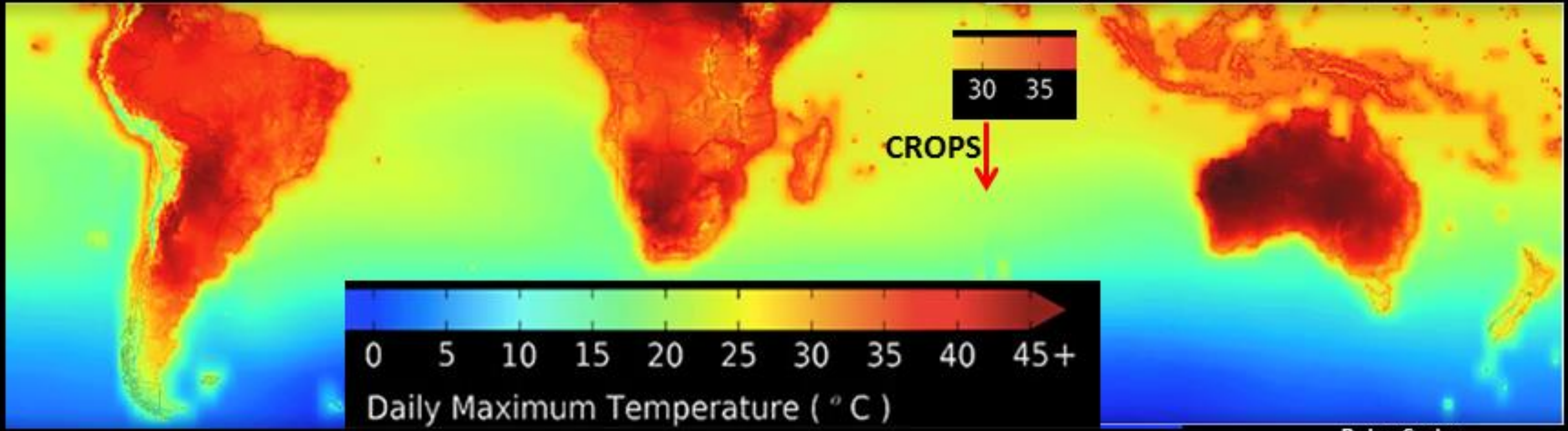
derived from RCP 8.5 2060

Northern hemisphere July maximum

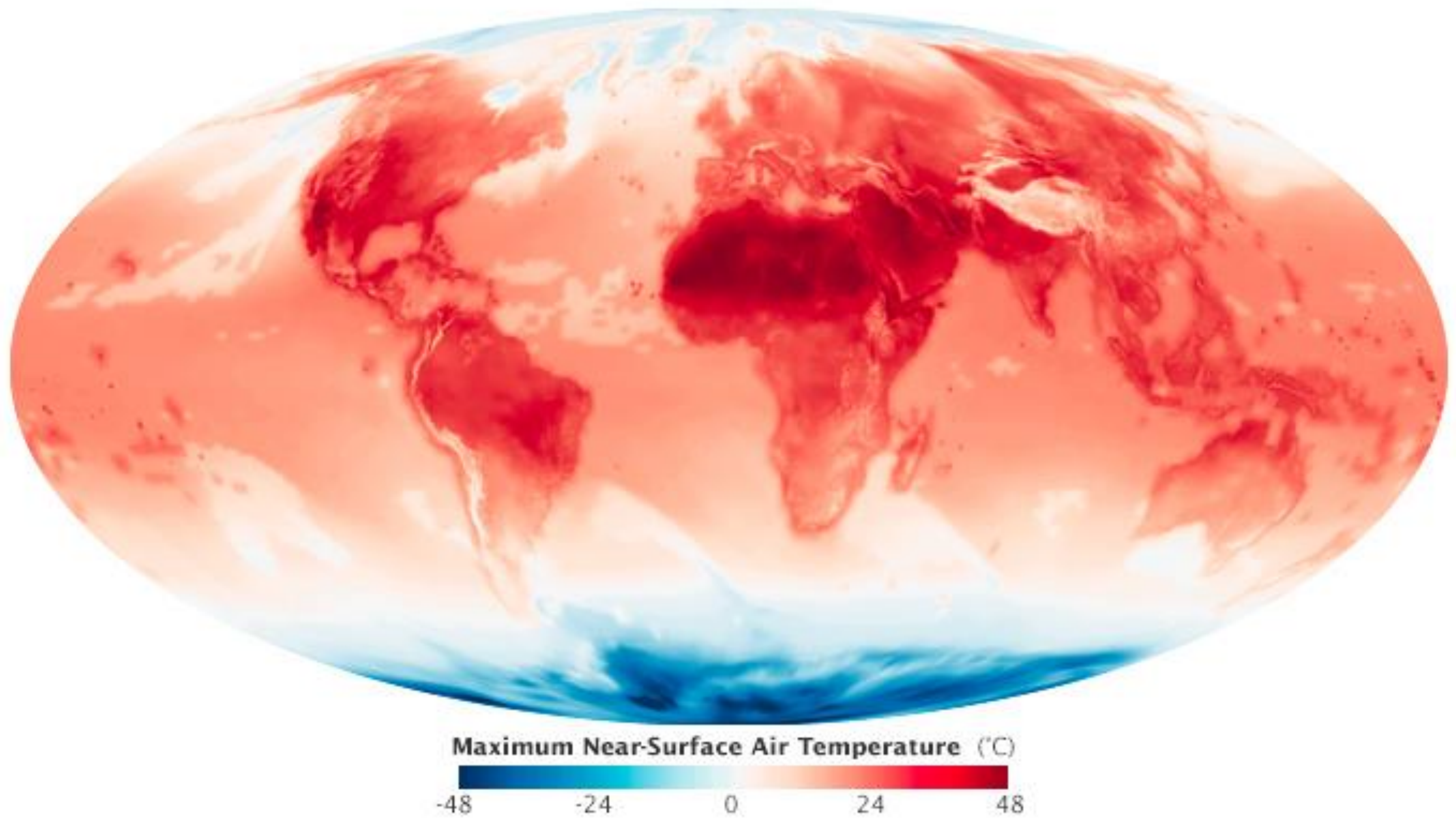


‘Studies have documented a large negative sensitivity of crop yields to extreme daytime temperatures around 30°C ’
(IPCC 2014 AR5 WG2 TS executive summary)

Southern hemisphere January maximum

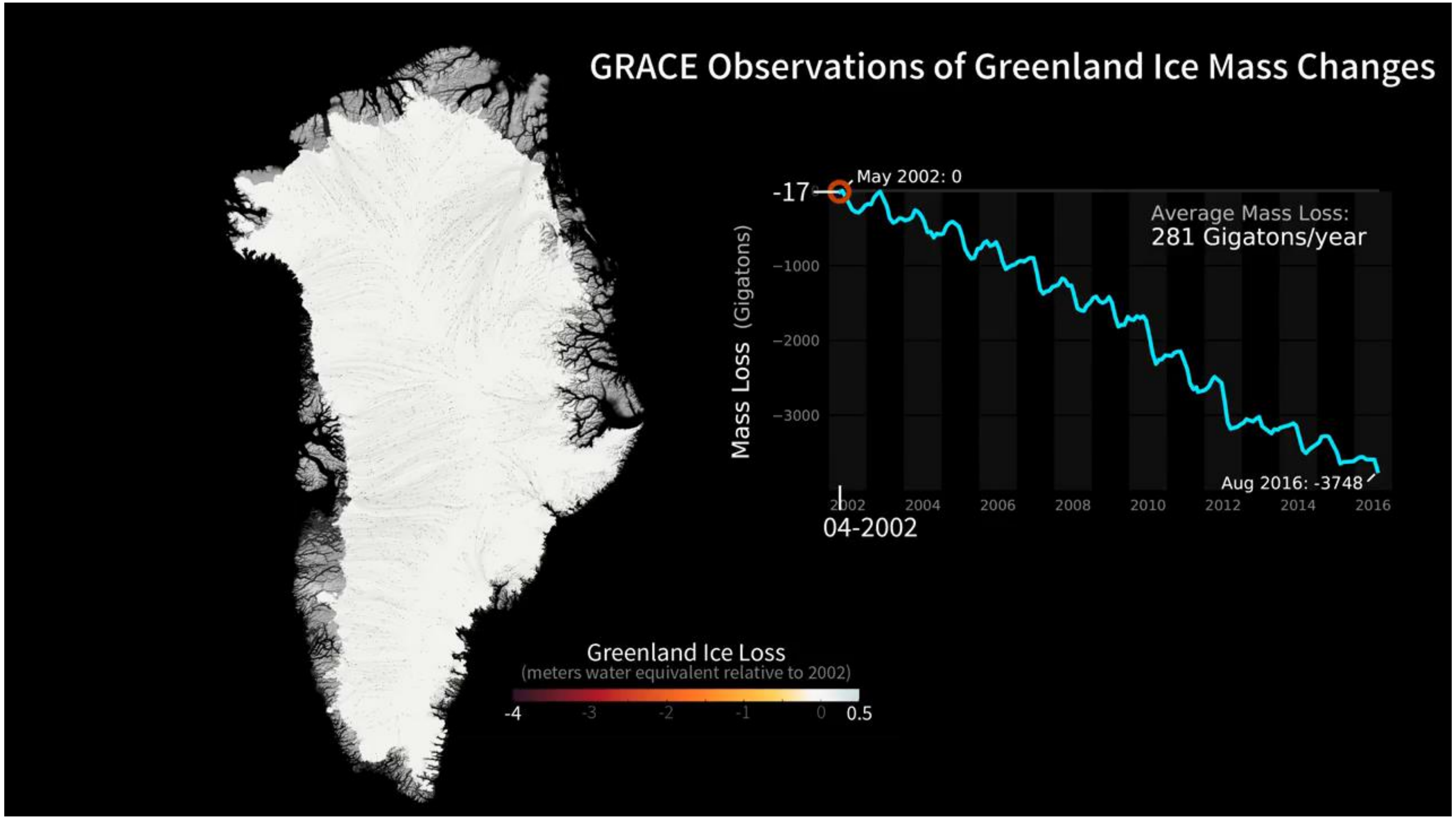


Peter Carter

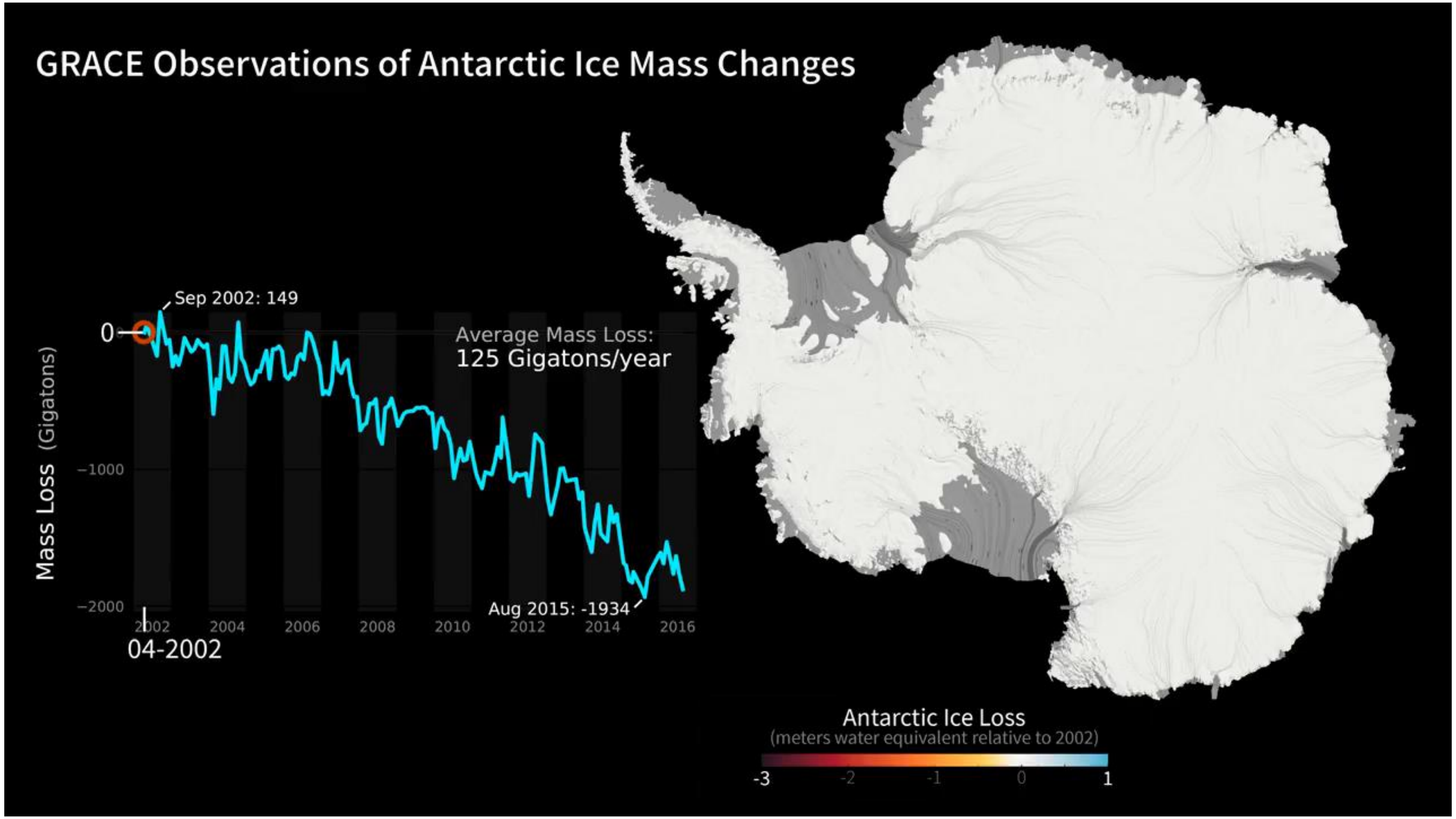


A comparison between June 21, 2014 and June 21, 2099.
Credit: NASA Earth Observatory

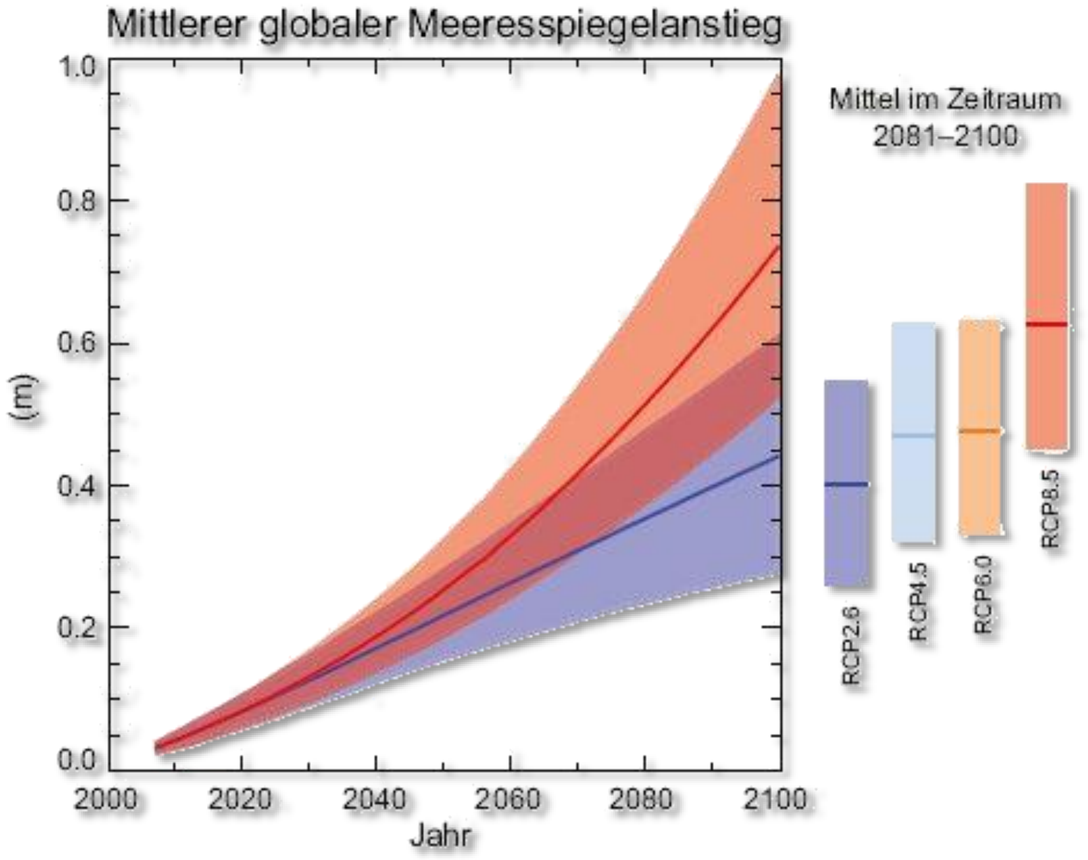
Gletscher auf Grönland verschwinden!



Auch am Südpol wird es weniger!



ANSTIEG MEERESSPIEGEL IN DER ZUKUNFT

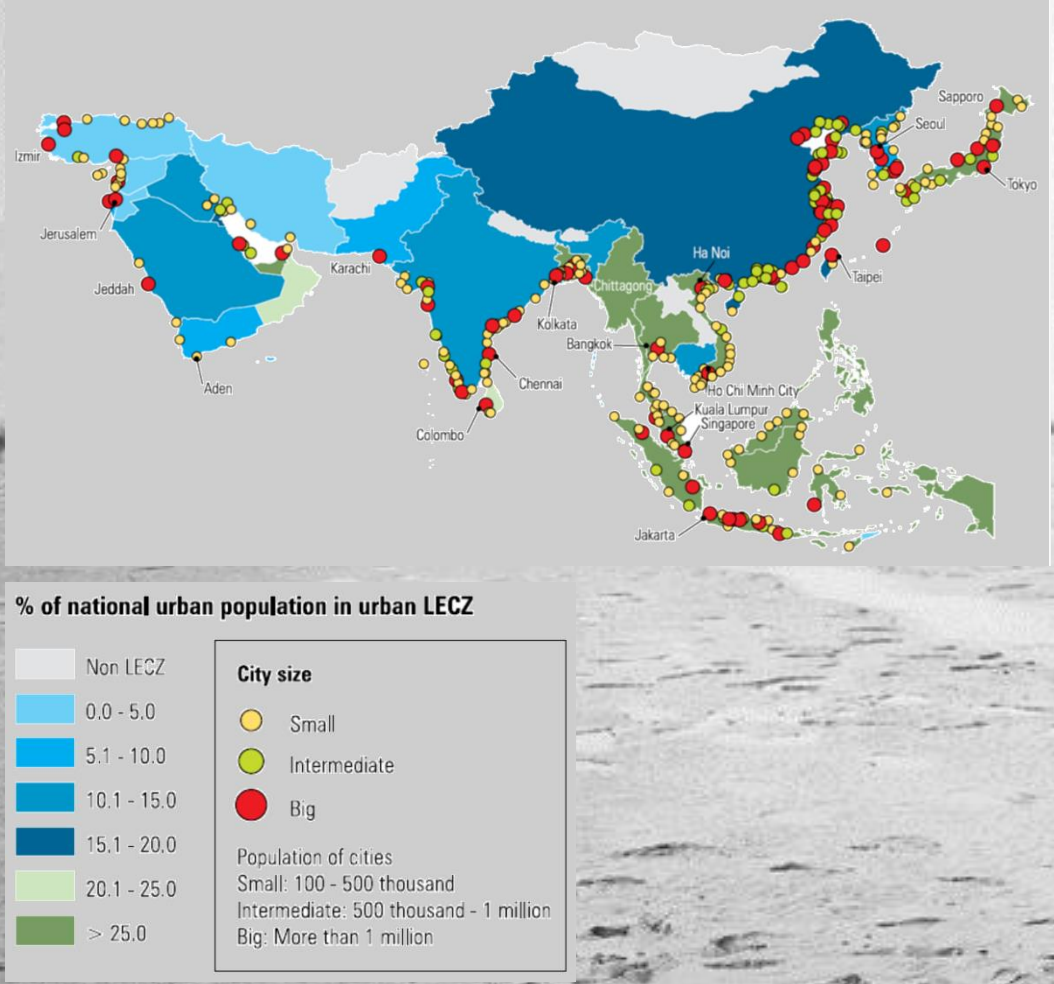




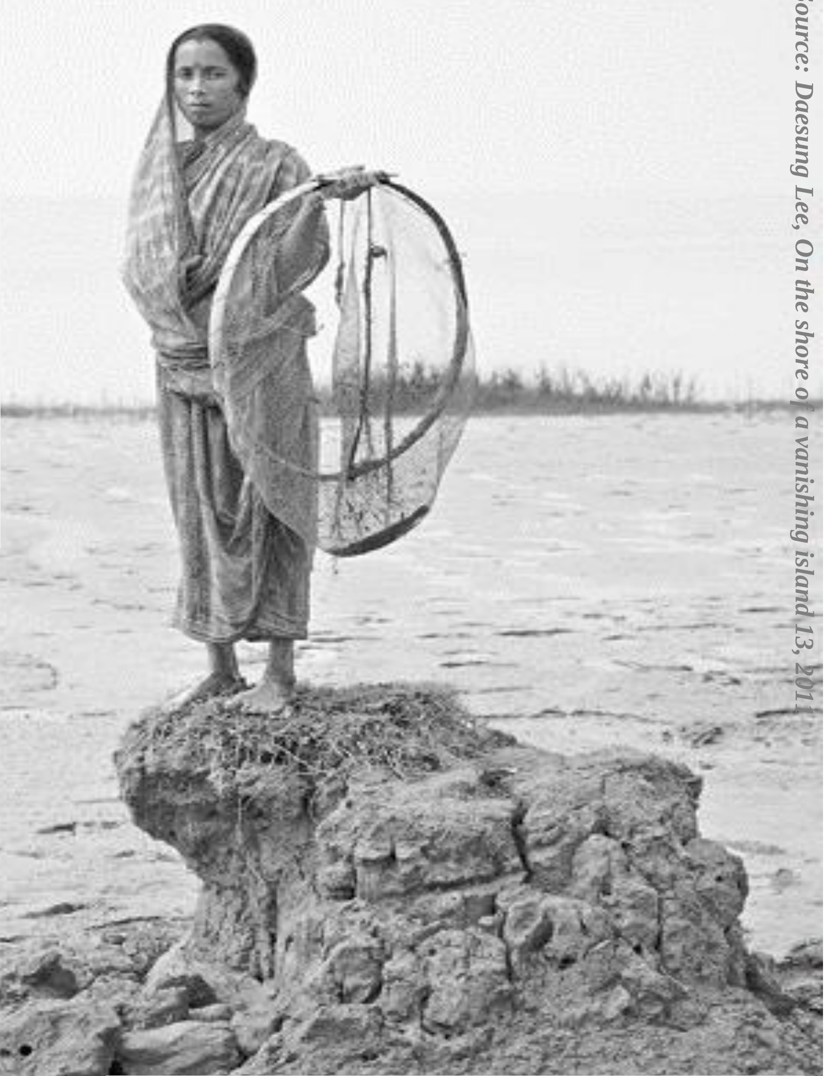
Shahee Ilyas, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male-total.jpg, „Male-total", https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode



Anstieg des Meeresspiegels könnte bis 2060 1.4 Milliarden Menschen betreffen



LECZ: Low Elevation Costal Zones are land areas that are contiguous with the coast and ten meters or less in elevation.



Source: Daesung Lee, On the shore of a vanishing island 13, 2011

See also Geisler & Currens 2017, Land Use Policy

COMMENT

ASTROBIOLOGY A profile of the indomitable woman at the helm of SETI **p.596**



HEALTH Documentary traces the roots and legacy of a pioneering aid agency **p.598**

ENERGY Call for caution following China's gas-hydrate extraction **p.599**

TAXONOMY Rebuttals on bureaucracy, hypotheses, conservation and more **p.600**



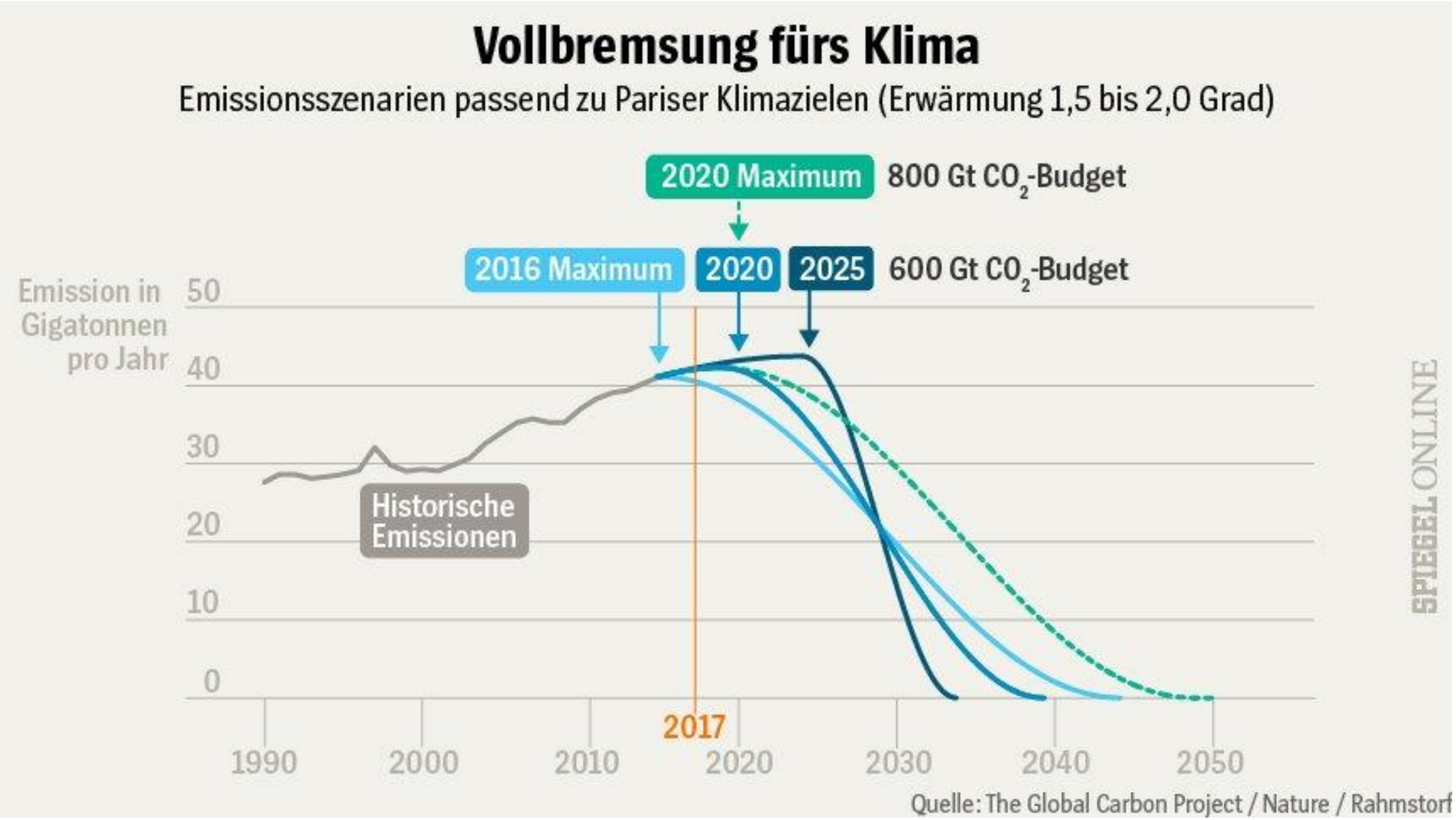
Decarbonizing the world economy will require renewable energy generation from vast solar farms, such as this one in Nevada.

Three years to safeguard our climate

Christiana Figueres and colleagues set out a six-point plan for turning the tide of the world's carbon dioxide by 2020.

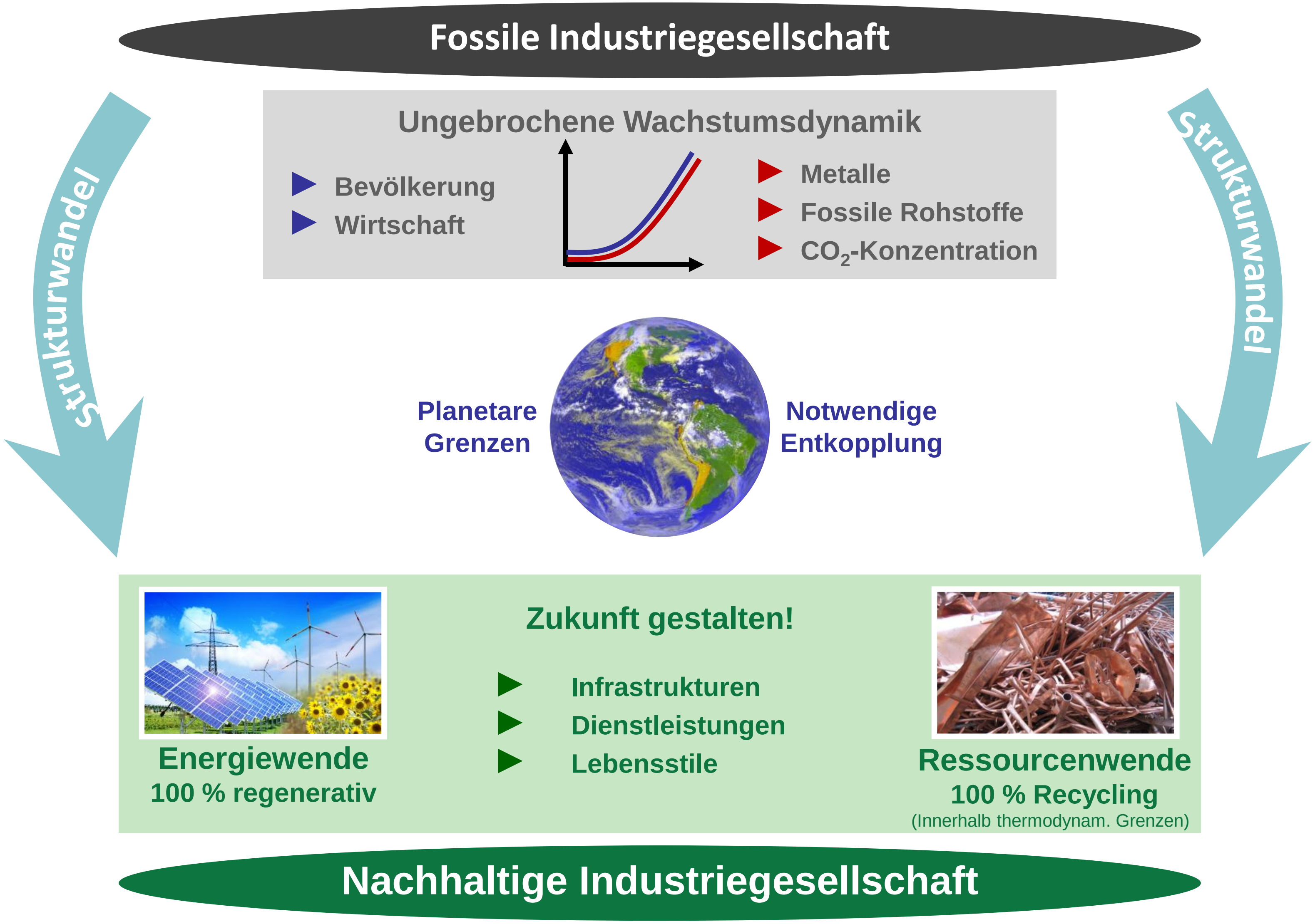
Figueres, Schellnhuber et al. 2017, Nature

Die Integralfalle



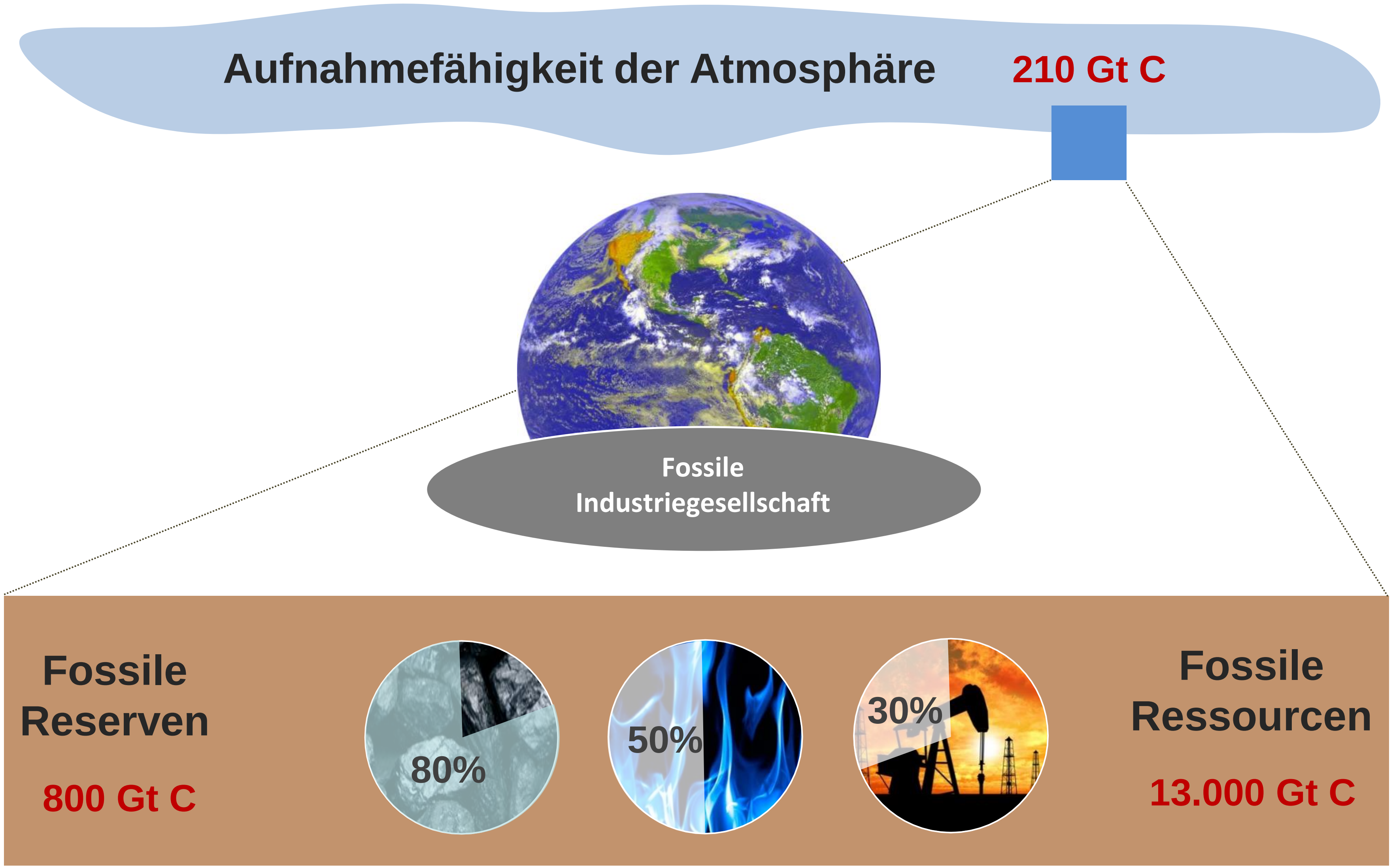
Nachhaltige Industriegesellschaft

Notwendiger Strukturwandel



Herausforderung Klimawandel

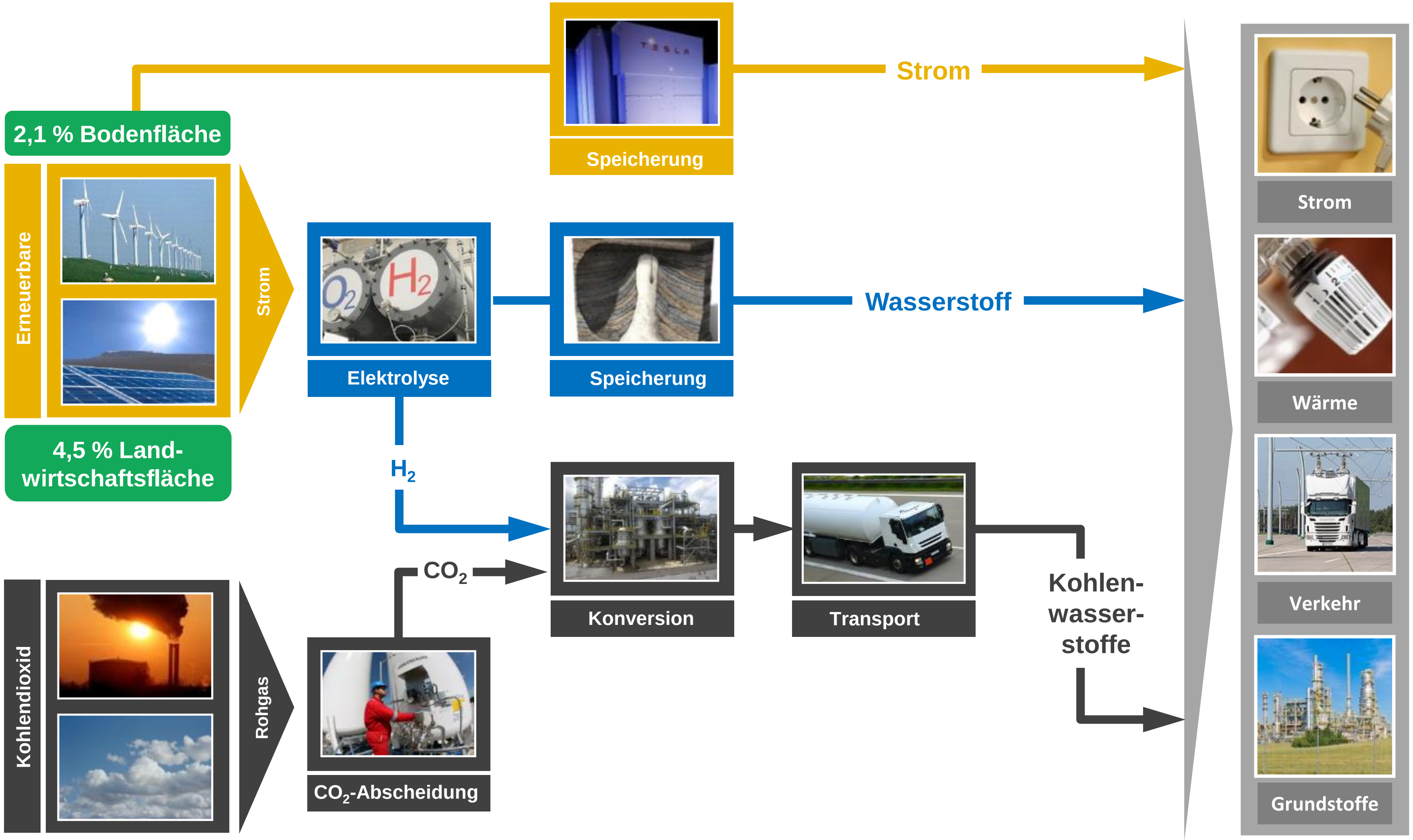
Dekarbonisierung „2-Grad Ziel“



Quellen: Meinshausen et al. 2009, WBGU 2009, BGR 2011, Nature 2015, eigene Berechnungen.

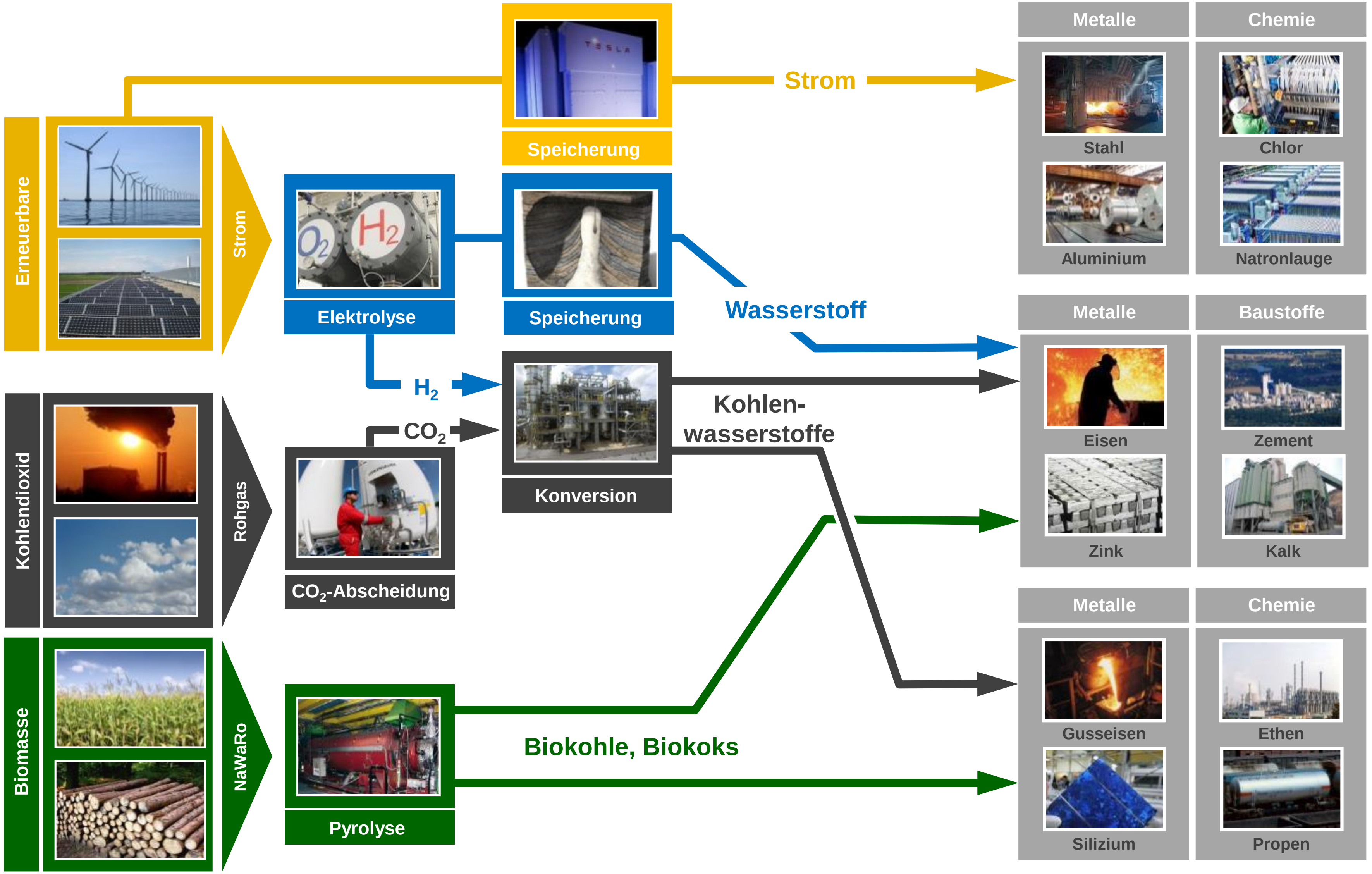
Wandel in der Energieversorgung

Power to All – Power, Heat, Gas, Liquid



Wandel in der Industrie

- **Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie**



M. Faulstich SRU